NASIL ÇALIŞIR

BİLİM, TEKNOLOJİ VE İCATLAR ANSİKLOPEDİSİ

GELİŞİM YAYINLARI 2

CAM
EKMEK YAPIMI

ARAÇLAR, GEREÇLER, AYGITLAR, TEKNOLOJİK YÖNTEMLER ve SİSTEMLER

NASIL ÇALIŞIR

GELİŞİM A'DAN Z'YE BİLİM, TEKNOLOJİ VE İCATLAR ANSİKLOPEDİSİ

GELİŞİM YAYINLARI

Copyright: Marshall Cavendish Limited Londra
ve Gelişim Basım Yayım A.Ş.
Şafak sk. 2 Nişantaşı/İstanbul (1980)
Tel: 48 61 82 / 48 61 83

Dizgi: Ağaoğlu Yayınevi Tesisleri

Baskı: Apa Ofset

ARAÇLAR, GEREÇLER, AYGITLAR, TEKNOLOJİK YÖNTEMLER ve SİSTEMLER

NASIL ÇALIŞIR

GELİŞİM A'DAN Z'YE BİLİM, TEKNOLOJİ VE İCATLAR ANSİKLOPEDİSİ

2

GELİŞİM YAYINLARI

Gelişim Basım ve Yayım A.Ş.adına
Sahibi ve Genel yönetmeni:
ERCAN ARIKLI

Genel yönetmen yayın
yardımcısı :
TANJU GÖKÇÖL

Sorumlu Yönetmen:
AYDAN LOSTAR

Teknik Danışman:
VEDAT ÖZTÜRK

Yayın Kurulu:
FARİS AKARSU, NEJAT DALAY,
EMRE DÖLEN, FATİH ERDOĞAN,
ENVER GÜNSEL, GÜROL IRZIK,
BEKİ KAN, GÜHER SAVAT, ALP
SEVİNDİK, ERDEN SOYTÜRK,

Sayfa Düzeni:
NAZLI TÜRKSOY

Düzelti:
SITKI BADEM

Sekreter:
SULTAN GÜRSOY

C

CAM

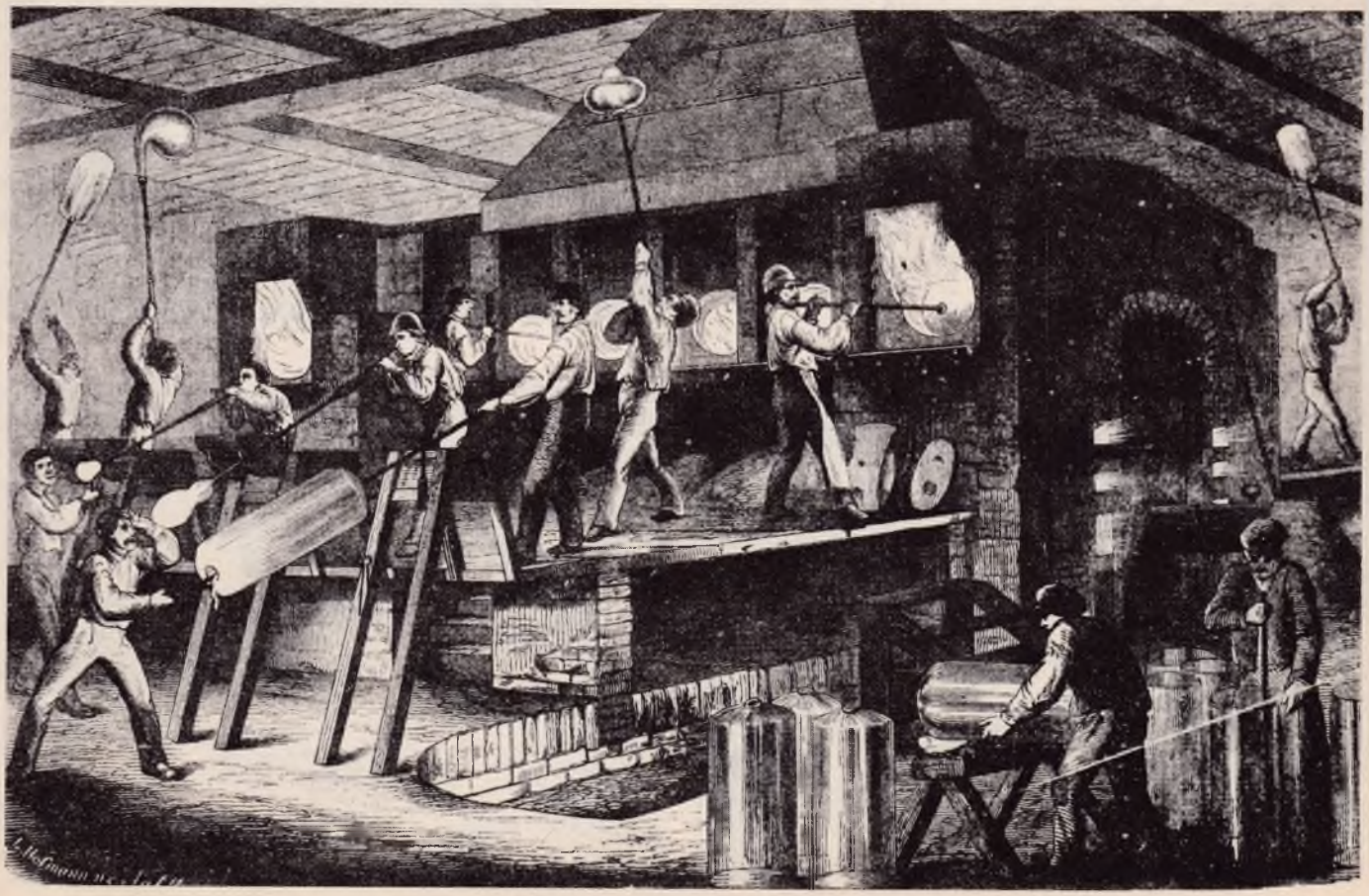
Cam bir katı değildir. İçine, genellikle kireç taşı ve sodyum karbonat eklenerek eritilmiş ve oda sıcaklığında ağdalı ve sert bir hal alıncaya kadar soğutulmuş bir kum sıvısıdır; ama katı maddelerin tüm özelliklerini taşır. Bu duruma *aşırı-soğutma* adı verilir. Sıvıların çoğu, donarken billurlaşır: BİLLUR büyüklüğü soğuma hızına bağlıdır. Ancak, camın kendine özgü özellikleri de vardır.

Eski pencere camlarına bakıldığında, aşağı doğru sarkma eğiliminde camın sıvı özelliği görülebilir. Taşların altından çıkarılan,Romalılardan kalma eski cam kapların, bazen, kırılacakları yerde, ezilerek yassılaştıklarına tanık olunmuştur.

Cam, yalnızca, billurlu silis ya da kuvars olan kumdan da yapılabilir. Ancak, kumun erime noktası yüksektir (1 700°C) ve sonuç gene de yapısal olarak billurludur. Bu maddeye SERAMİK cam adı verilir. Yüksek erime noktası ve billurlu yapısı nedeniyle seramik cam (kristal cam), normal cam levha yapımı için uygun değildir. Kuma yaklaşık %10 kireç (kalsiyum karbonat) ve %15 soda (sodyum karbonat) eklenmesi, erime noktasını 850°C'a düşürür; aynı zamanda, billurlaşma *(devitrifikasyon)* eğilimi büyük ölçüde azalır. Miktarları istenen cam tipine göre değişen başka bileşenler de vardır.

Tarihçe: İlk cam, kum taneciklerinin yüzeyi soda (sodyum karbonat) ya da potasla (potasyum karbonat) birlikte eritilerek elde edilen *fayans*'tı. Bu tür cam, çok eskiden boncuk ve süs eşyalarının yapımında kullanılırdı. İ.Ö. 2 000 yıllarında ilk gerçek CAM KAPLAR ortaya çıktı. Romalılar, pencere camı yap-

1857'de Almanya'da bir cam imalathanesi. Cam levha yapımındaki aşamalar, bir kürenin üflenmesinden, silindir halinde çekilmesine kadar görülmektedir. Silindirler daha sonra kesilip düz cam haline getirilmektedir.

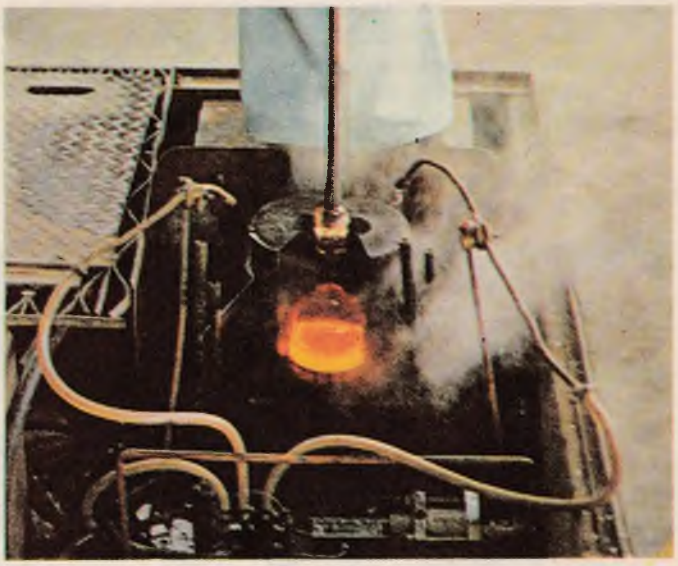


1

2

Bu sayfadaki resimlerde süs amacıyla, üflenerek yapılan camın yapımı görülmektedir. İşlem bir ekip tarafından yapılmakta, çıraklar camı getirmek, fırını yüklemek gibi kolay işleri yürütmektedirler. Her cam parçası, üfleyici ustaya gelene kadar elden ele geçmektedir. Birinci resimde işlemin tümü görülmektedir (1) Bir çırak, fırındaki bir kaptan eritilmiş camı alarak, birinci kabarcığı üfleyen ve dış yüzeyini yassı bir metal üstünde düzelten birinci üfleyiciye geçirir (2). Sonra, su ile soğutulmuş ve kızılağaçtan ya da grafitten yapılmış bir kalıpta cama bicim verilir (3) Artık, cam, akkor halde değildir. Bu cama, erimiş camdan sap geçirilir ve ayak yerleştirilerek döner sehpa üzerinde tabanı yassıltılır (4).
Bundan sonraki aşama tavlama fırınıdır. Burada cam dikkatle denetlenen bir hızda, yaklaşık dört saat süreyle soğutulur. Son olarak, masada kullanılar camda olduğu gibi, fazlalıklar bir propan gazı aleviyle bir döner sehpada kesilir (5).

3



4

5

mayı başarmışlardı, ama bu cam, pek saydam değildi ve yalnızca bina içlerini, ışığın içeri girmesini sağlayarak kötü hava koşullarından korumak için kullanılırdı. Cam, düz bir levha halinde dökülür ve henüz sıcakken, incelmesi için merdanelenirdi. Kiliselere cam pencerelerin takılması, VII. yüzyılın başları gibi eski bir tarihe dayanır; ama büyük levhalar halinde saydam cam yapımı, ancak XVII. yüzyılda yaygınlaşmıştır.

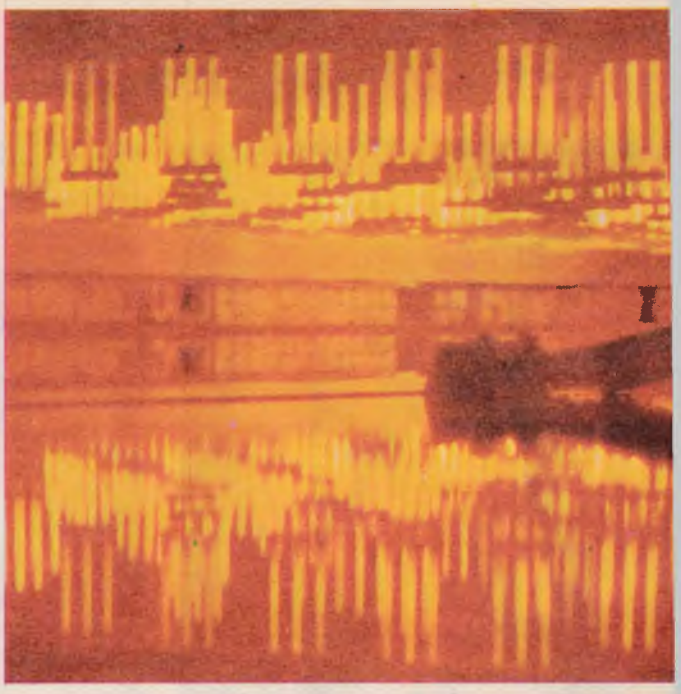
Cam yapımında kullanılan ilk yöntemler, ya bir cam levhasını dökmek, sonra merdanelemek ve cilalamak ya da camdan bir küre üflemek ve bu düzgün küreyi bir disk haline gelene kadar yassılaşması için, bir çubuğun ucunda döndürmekti. *Crown* ya da Normandiya camının kullanıldığı doğramaların, küçük çerçeveler halinde yapılması gerekiyordu. Bu camların bazılarının ortasında çubuk izi gözlenebilirdi. *Geniş* cam üretiminde ise, küre çevrilerek 1,5 m uzunluğunda ve 45 cm çapında bir silindir haline gelmesi için yaydırılırdı. Sonra uçları kesilip atılır, uzunlamasına yarılarak açılır ve bir ocakta yassılaştırılırdı.

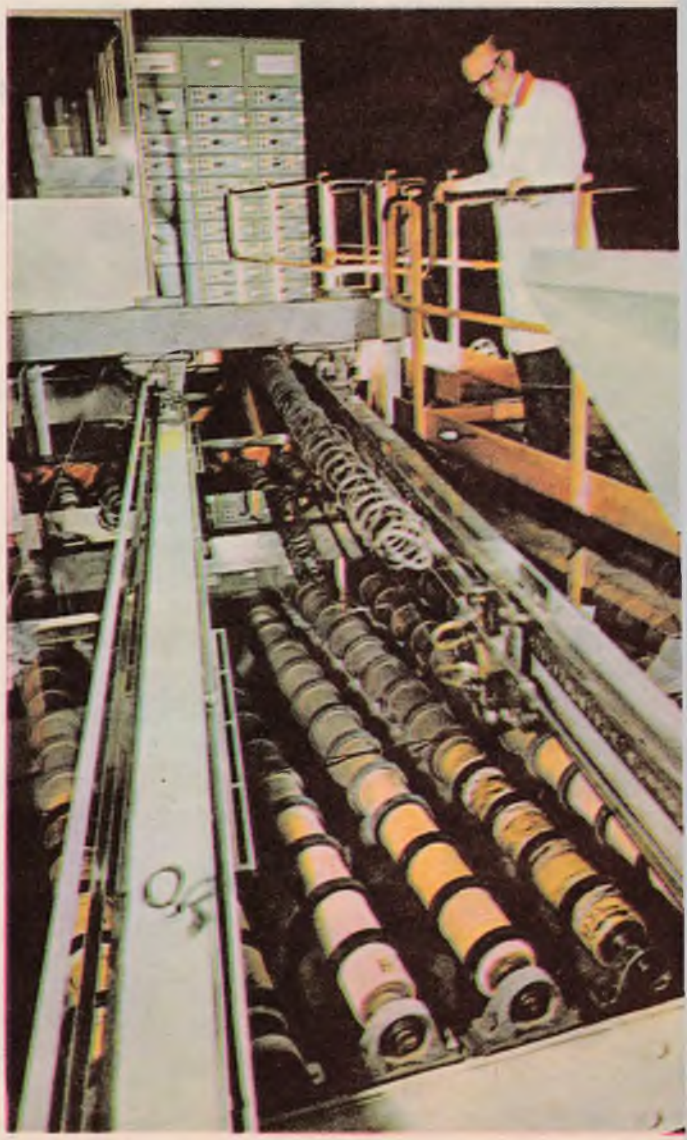
Bu yöntem ve bunun geliştirilmiş mekanik bir biçimi, Fourcault (1904) ve Pittsburgh (1926) işlemlerinin geliştirildiği dönem olan XX. yüzyılın başlarına kadar kullanıldı. Fourcault ve Pittsburgh yöntemlerinde, camdan bir şerit, soğur soğumaz onu kavrayan toz asbestten yapılmış silindirler aracılığıyla, cam fırınından birkaç metre yukarda olan *tavlama* kulesine dikey olarak çekilir. *Tavlama fırını*, camın istenen hızda soğumasını sağlar. Bu, yüzey soğumasının çok hızlı olması nedeniyle ortaya çıkan gerilmelerin giderilmesi için gereklidir. Sonuçta, cam saydam, alevle cilalanmış yüzeyi ise serttir. Ama bu yöntemden dolayı bir dalgalılık göze çarpar.

Yüzdürme İşlemi: 1959'da İngiliz şirketi Pilkington tarafından ilk kez gerçekleştirilmesinden bu yana, yüzdürme işlemi, yassı cam yapımında bütün dünyada ana yöntem olmuştur. Daha önceleri, herhangi bir yassı camın dökülmesi, merdanelenmesi ve dalgalılıkların ortadan kaldırılması için, parlatılması gerekiyordu.

Yassı cam yapımında, daha önceki gelişmelerin tersine, yüzdürme işlemi, eski yöntemlerden yararlanılarak ortaya çıkarılmadı. Yöntem, tümüyle yeni bir teknolojiden kaynaklanıyordu.

Cilalanmış levha yapmak için fırından alınan eritilmiş cam, ilk zamanlar sonsuz bir şerit halinde merdaneleniyordu. Ne var ki, bu durumda merdane, cam yüzeyinde izler oluşturuyor, ürüne optik yetkinlik veren paralel yüzeyleri elde edebilmek için, izlerin ka-





Yüzdürme işlemiyle yapılan cam levha. Kum, sodyum karbonat, kireç taşı, dolomit ve hurda camdan oluşan hammaddeler eritilir ve bu karışım erimiş kalay banyosu üzerine yayılır. (sağda üstte)

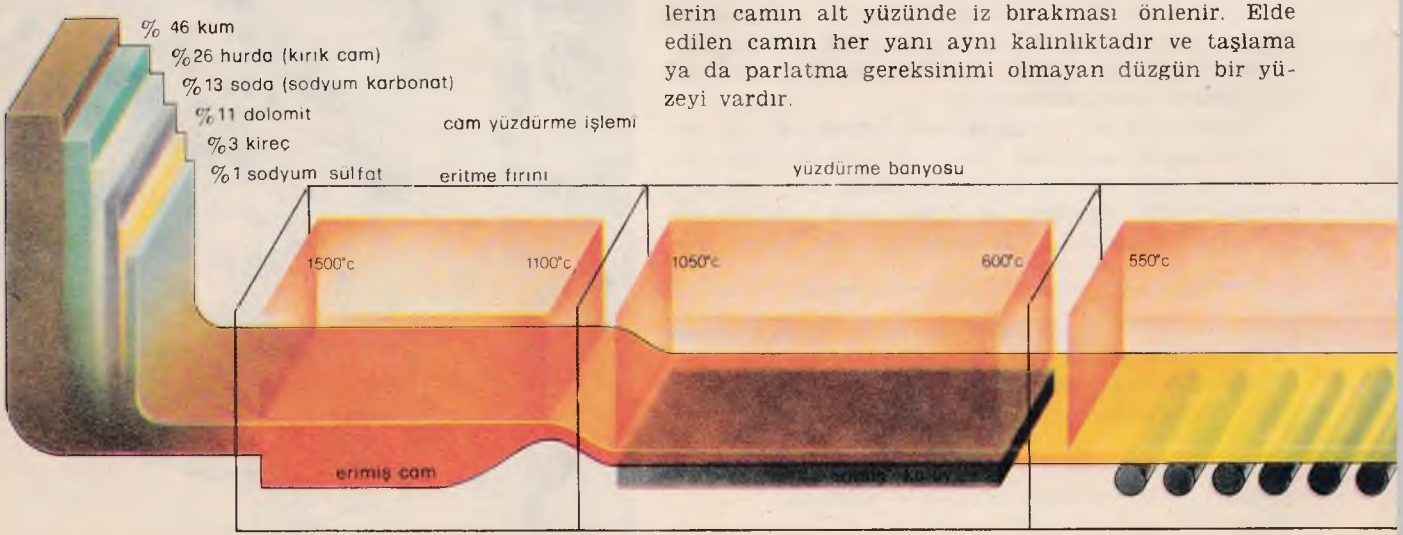
Enine kesiciler, camı, belli depolama büyüklüklerinde saklanması için keserler. Kesme ve istifleme, otomatik olarak yürütülür. (sağda altta)

Hâlâ sıcak, ama erimiş halde olmayan cam şerit, denetim altında soğuyacağı tavlama fırınına geçerken. (üstte solda)
Tavlamadan sonra cam daha sonra yer alacak kesme işlemine yardımcı olmak için yüzeyde geçici olarak gerilmeler doğuran su fıskıyelerinin altlarına geçer. (üstte sağda)
İki cam yapım işlemi. Altta solda, yüzdürme yöntemi görülmektedir. 200 m uzunlukta olduğu için orantılı olarak çizilmemiştir. Böyle bir imalat hattının yüksek eritme tankı kapasitesi 2000 tonu aşabilir ve önemli bir onarım gerektirmeden, sürekli olarak birkaç yıl çalışır. Altta sağda, temelde pencere camı için kullanılan daha eski bir cam levha işlemi görülmektedir. Şerit, metalden bir çubuğu erimiş camın içine indirip, kaldırmak yoluyla başlatılır.

zınıp parlatılması gerekiyordu. Taşlama ve parlatma işlemleri %20'ye varan bir cam savurganlığı yaratıyor, büyük sermaye gerektiriyor ve işletme masraflarını yükseltiyordu.

Yüzdürme işleminde, 3,3 m'ye varan genişlikteki sonsuz cam şerit, eritme fırınından çıkarılarak, eritilmiş kalay banyosunun yüzeyi boyunca yüzdürülür. Yüzey kusurlarının eriyip yok edilmesi ve her iki yüzeyin düz ve paralel olmasını sağlama amacıyla şerit, belirli bir süre kimyasal olarak denetlenen yüksek sıcaklıkta bir atmosferde tutulur. Eritilmiş kalay yüzeyinde hiç bir pürüz bulunmadığı için, cam da düzgün olur.

Isıtma işlemi tamamlanmış olan cam şerit, eritilmiş kalay üzerinden alınmadan soğutularak sertleştirilir. Böylece, tavlama fırınından geçerken, merdanelerin camın alt yüzünde iz bırakması önlenir. Elde edilen camın her yanı aynı kalınlıktadır ve taşlama ya da parlatma gereksinimi olmayan düzgün bir yüzeyi vardır.



Yüzdürme yöntemiyle, yedi yıllık bir çalışmadan ve ayda 250 000 dolara varan harcamadan sonra, yaklaşık 6 mm kalınlığında cam levha elde edildi. Kaliteli cam levha piyasasının %50'sinde bu kalınlık gerektiğinden, yüzdürme banyosu içinde rol oynayan doğal kuvvetlerin cam kalınlığının 6 mm olmasını sağlaması iyi bir sonuçtu.

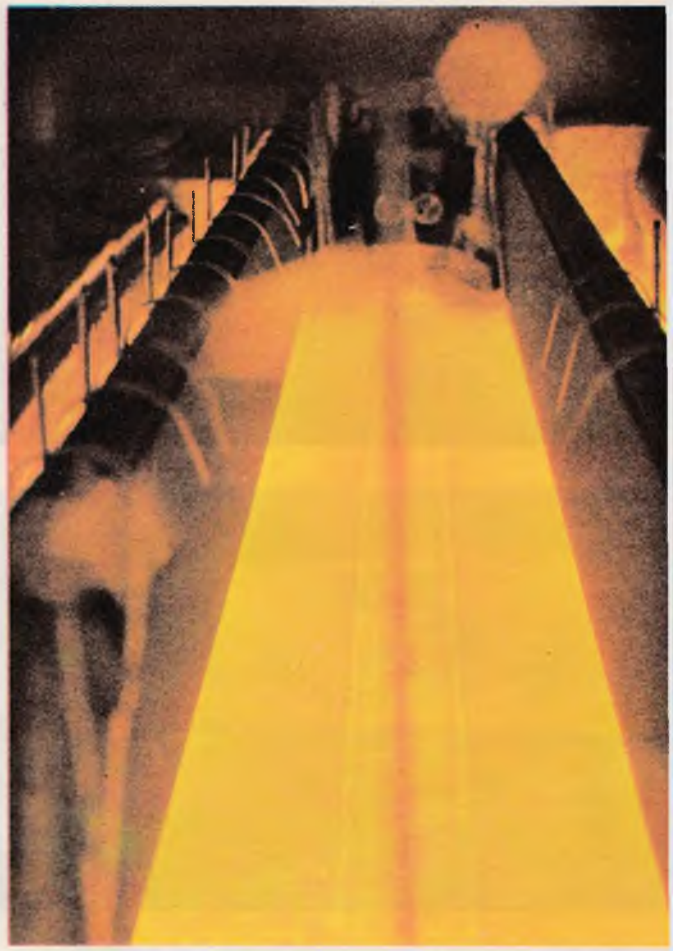
Ne var ki, yüzdürme yönteminin gerçekten yararlı olması için, istenen kalınlıkta şerit yapımının olanaklı kılınması gerekiyordu. Yüzdürme yöntemi açıklandıktan yalnızca iki yıl sonra, Pilkington, ilk yüzdürmeden elde edilen kalınlığın yarısı kadar kalınlıkta bir ürün oluşturmayı başardı. Bu incelik, temelde, camın gerilmesi ilkesine dayanıyordu. Ancak, levha cam işleminde görülen bozuklukların ortaya çıkmaması için, germe işlemi, denetim altında, özenle gerçekleştiriliyordu.

İnce cam yapımını izleyen üç yıl içinde çalışmalar, kalınlığın artırılması üstüne yoğunlaştırıldı. Bunun için, erimiş camın kalay üstünde yayılmasını önlemek yeterli oluyordu. İnşaat sektörü için 4 mm'den 25 mm'ye kadar, otomotiv sektörü için ise 2,5 mm'ye kadar incelikte cam yapılabilmektedir.

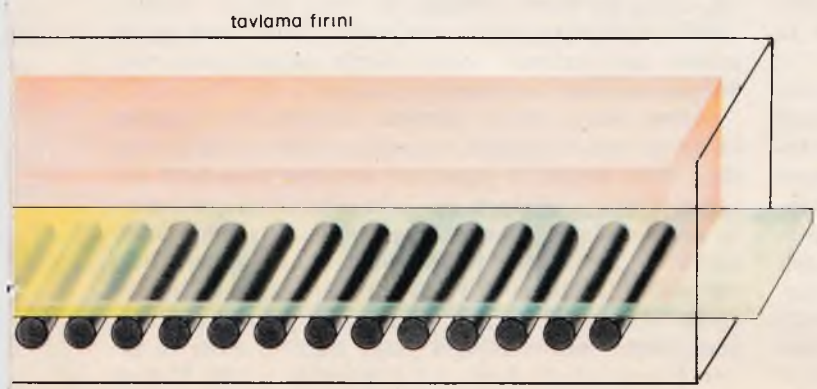
Öteki cam türleri: Kabartmalı cam, fırından çıkan camın, üzerinde şekiller bulunan merdaneler arasından geçirilmesiyle yapılır. İçinde tel ızgara bulunan telli cam, istenilenin yarısı kadar kalınlıkta bir şeridin merdanelenip, telle kaplanması ve üstüne ikinci bir şerit yerleştirilip birbirine kaynatılmasıyla elde edilir. Camın saydamlaşması için, taşlanması ve parlatılması gerekir. Telli cam, çarpma ya da ısı etkisiyle kırıldığında dağılmaz.

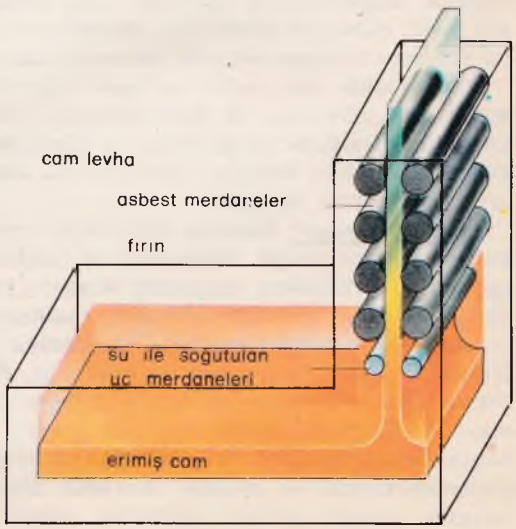
Optik cam: Optik cam ve gözlük camı yapımı, büyük ölçüde öteki camların yapımına benzer. Ancak önemli bir ayrıcalığı vardır: camın hiç bir şekil, renk ya da akım çizgisi değiştirmesi göstermeden sürekli olarak homojen kalması gerekir. Kimyasal içerik ya da ısıl işlemdeki küçük farklılıklar, optik özelliklerde büyük değişikliklere yolaçar. Adi camda rengi gidermek için, genellikle, demir oksit bulunur. Optik camın yapımında kullanılan kum, daha saftır ve karışım kalsiyum, sodyum, potasyum, baryum ya da magnezyumun çeşitli oksitlerinin eklenmesiyle uygun biçimde düzenlenir.

Karışım önce eritilir, sonra cam sıcaklığının artırılmasıyla yeniden ateşlenir. Soğutularak ve bir dişi ka-



Yüzdürme işleminin önemi artmakta ve başka işlemlerle üretilen pencere camında görülebilen hataların hiç birini içermeyen, yüksek nitelikte cam üretilmektedir. Resimde, camın bu yöntemlerden biri kullanılarak, erimiş cam havuzundan yukarıya çekilmesi görülmektedir. Cama yassılığı veren, yalnızca yüzey gerilimidir. (üstte)





Bir taş çarpınca kırılıp dağılmayan ve saydam kalabilen, katmerli bir otomobil ön camı.(üstte) Oysa, sertleştirilmiş cam (alttaki resim), bir taş çarptığında her yanı çatlayarak görüşü engeller.

rıştırıcıdan geçirilerek homojen olması sağlanır.

Camın optik özellikleri kritik erime, arıtma ve karıştırma sıcaklıklarıyla korunur; ama kırılma indisinin (ışığı saptırma gücünün) belirlenmesinde önemli bir rol oynadığı için, soğuma hızı daha da önemlidir.

Soğumakta olan cam, besleme ağzından aşağı doğru ağır ağır akar ve daha sonraki işlemler için küreciklere bölünür ya da levha ve dilim biçimine sokulur. Kürecikler mercek kalıplarında kalıplanır ve tavlama fırınına yollanır.

Emniyet camı: Kolayca kırılmayan camın, birçok kullanım alanı vardır. Örnek olarak, yoldan sıçrayan çakılların çarpmasına dayanıklı olması gereken otomobil ön camı verilebilir. Bunlar, yapımından sonra sertleştirme ve katmerleme gibi işlemlerden geçen tavlanmış camdan yapılır. *Sertleştirilmiş* ya da *temperlenmiş* cam yapımında sıcaklık, cam plastik hale gelmeye başlayıncaya kadar düzenli olarak artırılır. Sonra hemen fırından çıkarılır, uygun aletlerle gerekli yerlerden kıvrılır ve üstüne kuvvetle üflenen soğuk havayla düzgün olarak soğutulur. Böylece, yüzeyi normalden çok daha kuvvetli olur ve hem kırıcı kuvvetlere karşı daha fazla direnç kazanır, hem de kırılırsa dağılmaz.

Katmerli cam, saydam ya da renkli polivinil bütiral tabakasının, iki tavlanmış yüzdürme camının arasına doldurulmasıyla yapılır. Daha sonra, aradaki havanın boşaltılması için vakum altında bir OTOKLAV'da, bağlanma sıcaklığına kadar ısıtılır. Daha da kuvvetli cam gerekirse, tabaka sayısı artırılır.

Isıya dayanıklı cam (ısıcam): Adi cam eşyaya kaynar su dökülürse, iç yüzeydeki tabaka ısınarak hızla genleşir. Cam iyi bir ısıl yalıtkandır: bu yüzden daha dıştaki tabakalar oda sıcaklığında kalacaktır. Ortaya çıkan biçim değiştirme, camın kolaylıkla parçalanmasına neden olabilir. Ocak sıcaklıklarına dayanabilecek cam eşya yapımında belli bir miktarda bor oksit (B_2O_3) ve alüminyum oksit eklenir. Bu, camın genleşme katsayısını üç kat düşürür. Eritilmiş arı silis ise, genleşmeye özellikle dirençlidir: bu yüzden yüksek nitelikli optik cam yapımında kullanılır.

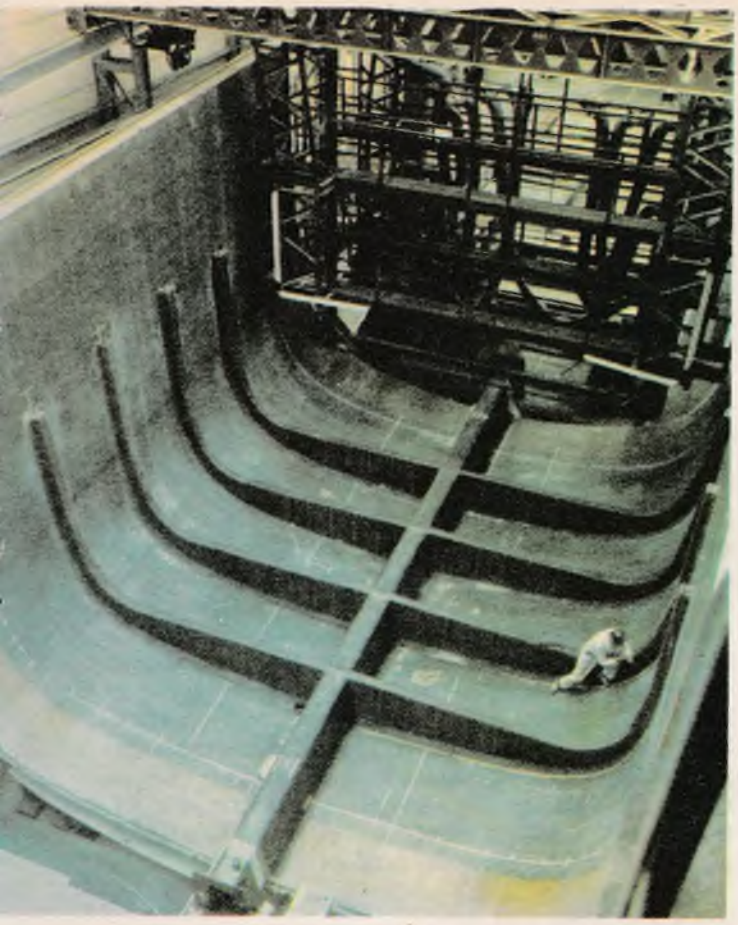
CAM ELYAFI

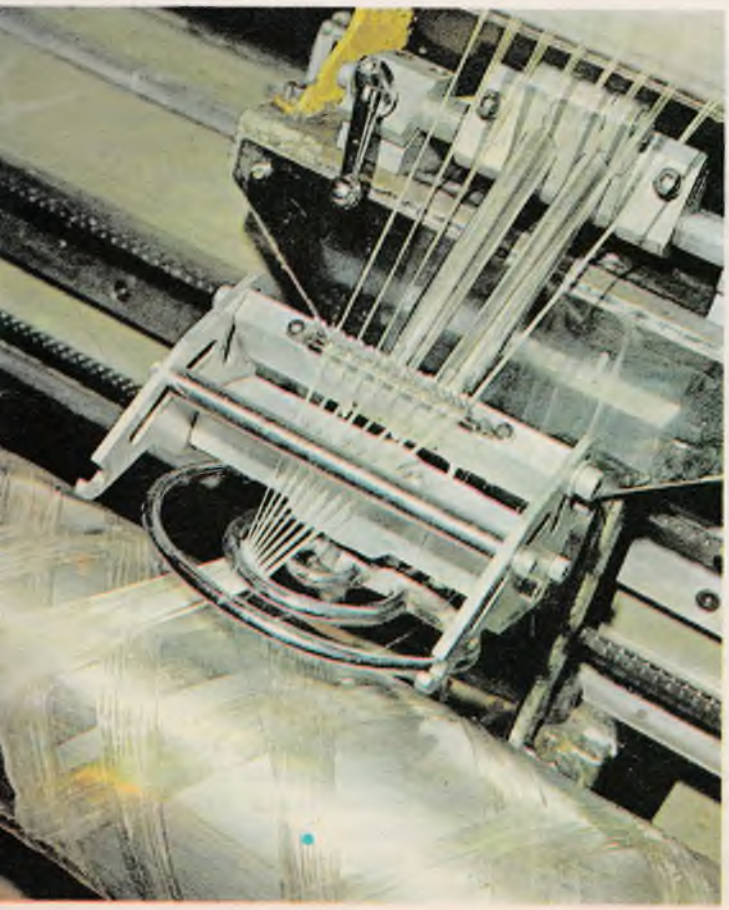
Eski Mısır'da, içine yağ, merhem ve parfüm konulan cam kaplar, sırlanmış kilden bir çekirdek çevresine elle cam elyafı sarılarak yapılırdı. İ.S. I. yüzyılda üfleyerek cam işleme tekniğinin geliştirilmesinden sonra, cam elyafı, yalnızca bu kapları süsleme amacıyla kullanıldı. XIX. yüzyılın başlarında cam üfleyicileri, yeteneklerini kanıtlamak için, zamanlarını aşırı gösterişli süs eşyaları yaparak geçiriyorlardı. Pilkington cam eşya müzesindeki böyle bir eşya, yanıbaşında renkli cam elyafından yapılma uzun kuyruklu kuşların bulunduğu bir cam çeşmeyi canlandırır.

XX. yy. başlarında Almanya'da cam «ipeği» yapmak için bir üretim yöntemi geliştirildi. Birinci Dünya savaşı sırasında asbest kaynakları ellerinden çıkan Almanlar, yalıtım malzemesi olarak cam kullanmaya yöneldiler. Cam takviyeli malzemelerin sürekli gelişimi, XX. yüzyıl yaşamında plastik kullanımını tamamlayıp hızlandırdı.

Cam elyafı üretimi: Cam elyafı yapımında, temel cam maddesi olan kum ve soda karışımına alüminyum oksit, borik asit ve kalsiyum oksit eklenir. Bu karışım önce, doğrudan alevle ısıtılarak eritildiği sürekli fırına, sonra da *kovan* denilen bir elyaf-çekme fırınına verilir. Kovandan çıkan cam elyafı, kesik kesik ya da sürekli ipler halinde olabilir. Kesik olanlar, cam yünü ve cam dokuma üretiminde kullanılır.

Cam yünü, Crown yöntemi denilen ve nispeten kalın bir cam kütlesinin, yerçekimi etkisiyle, bir kovandan, hızla dönen ve çeperinde yüzlerce ince delik bulunan alaşımlı çelikten bir kaba akıtılması yöntemiyle üretilir. Cam, merkezkaç gücün etkisiyle bu deliklerden fırlar ve iplik haline gelir. Sonra, yüksek hızlı bir sıcak gaz rüzgarına tutularak, ince elyaf haline getirilir. Uygun bir bağlantı maddesi püskürtüldükten sonra elyaf, emme yoluyla yatay hareket eden ve dönen kabın altında duran bir konveyöre çekilir. Konve-





yör üstünde oluşan elyaf tabakası önce, bağlantı maddesini katılaştıran sertleştirme fırınına, sonra da elyafa son biçimi veren düzeltme bıçaklarına gider. Son ürün ya esnek bir tabaka ya da sert bir plaka biçimindedir. Crown yöntemiyle üretilen cam yünü çok ince liflerden oluşur. Her lifin ortalama çapı yaklaşık 6,5 mikron, yani insan saçı çapının 1/10'undan azdır.

Cam dokuma üretimi, Crown yönteminden bir noktada farklıdır. Bu yöntemde, erimiş cam iplikleri kovanlardan akıtılırken, deliklere varmaya birkaç santimetre kala kızgın buhara tutulur. Yüksek hızlı buhar, akan camdan, ancak yüksek hız fotoğraflarında görülebilen bir çırpınma hareketiyle ince parçalar ayırır. Ayrılan parça, biçim verme kalıbına tek bir cam lifi olarak girer. Lifler, oldukça hızlı ilerleyen toplayıcı konveyöre gelir ve bir bağlantı maddesi eklenir. 0,5 mm kalınlığında bir dokuya benzeyen tabaka, istenirse kesiksiz cam elyafıyla pekiştirilebilir.

Kesiksiz cam elyaf üretiminde, çok sayıda liften yapılı bir halat oluşturulur. Erimiş cam, bir fırın ya da depodan bir ön ısıtma odasına, oradan da bir dizi kovana geçirilir. Bu kovanların her birinde dikkatle boyutlandırılmış, yüzlerce biçim verme deliği vardır. Kovandan, depodaki erimiş cam miktarının değişmez tutulmasıyla çıkan ipliklerin çapları, gözle görülemeyecek kadar küçük olabilir (5 mikron). Bunlar, toplanma noktasına giderek koruyucu ve yağlayıcı bir maddeyle kaplandıktan sonra, yüksek hızlı bir sarıcıda tek iplik ya da iplik kümesi haline getirilir. Bundan sonraki işlem, bu ipliklerin ya yün haline sokulmaya uygun sürekli elyaf, ya dokunmuş cam, ya da kompozit malzemeler için takviye maddesi olarak kullanılan kısa kesilmiş iplik ve keçe haline getirilmesidir.

Cam elyafı ürünlerinin kullanım alanları: Cam yününün başlıca kullanım alanı, çatı yalıtımıdır; ama ev ve endüstriyle ilgili bütün uygulamalarda, boru ve künklerin, kazan ve depoların, taşıt araçlarının, lokomotif, gemi ve uçakların ses ve ısı bakımından yalıtımında da kullanılır. Cam dokuma, yeraltı petrol, gaz ve su borularının, bitümlü ve ziftli koruyucu kaplaması olarak da elverişlidir. Kesiksiz cam elyafı, ısıyla sertleşen plastik ve doğal ya da yapay kauçuğu takviye etmede kullanılır. Alçı sıvası, otoklavda kullanılan kalsiyum silikat ve çimento gibi organik olmayan maddeler için de, özel cam takviyeleme biçimleri vardır.

Portland çimentosunun alkali koşullarına dayanıklı olan camın gelişimi, cam takviyeli çimento denen (CTÇ) yepyeni bir yapı malzemesini ortaya çıkarmıştır. Bu malzeme, düz tabakalar halinde ya da değişik biçimlerdeki kalıplara dökülebilir. Ayrıca, cam ile çimento, daha önce karıştırılarak kürekle dökülebilir,

---

Cam elyafı ile takviye edilmiş plastikten yapılma bir gemi gövdesi. Yalnız bu madde kullanılarak 600 tona kadar gemi yapılabilir. (solda üstte)

Bir boru üstüne takviye amacıyla kesiksiz cam elyafı sarılması. Elyaf, metal bir kılavuzdan geçirilmektedir. (solda altta)

Cam elyafı takviyeli malzemeden yapılmış, hafif bir kurşun geçirmez yelek giymiş piyade eri. (solda üstte)

Çatıdan ısı yitimini önlemek için kirişler arasına cam yünü döşenmesi. Soğuk havalarda donmayı önlemek için su deposu da cam yünüyle kaplanmıştır. (solda ortada)

Bir araç kabininin yapımı. Kabin, bir kalıba cam elyafıyla takviye edilmiş plastik dökülerek yapılmıştır. (solda altta)

---

pompalanabilir, püskürtülebilir ya da enjeksiyon yoluyla uygulanabilir. Daha fazla esneklik kazandırılmak istenirse düz cam elyafı tabakalarına, henüz ham, yani kullanılmamış haldeyken, katlanıp çeşitli karmaşık biçimler verilebilir. CTÇ'nin hem çelik takviyeli beton kadar çekme mukavemeti vardır, hem de betondan on kez daha hafiftir. Kullanılış alanları aşağı yukarı, sınırsızdır; günümüzde boru ve kanalizasyon künklerinden, toprak kaymasını önleyici duvar, sokaklardaki banklar, otobüs durakları, kepenk ve duvar panolarına kadar yaşamın her alanında raslanmaktadır. Ayrıca, düşük maliyetli prefabrik evlerin yapımında, pencere ve kapı doğramalarında da kullanılır.

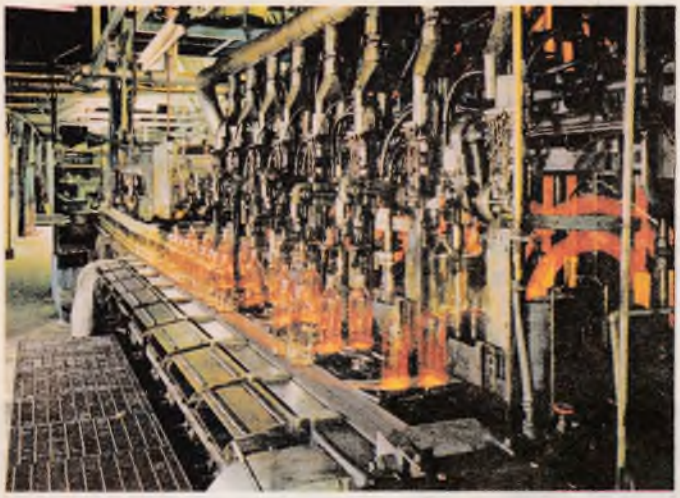
CAM KAPLAR

Cam, İ.Ö. 2 000 yıllarında bulunuşundan bu yana şişe ve kavanoz yapımında kullanılmaktadır. İlk kaplar, kil ya da kum dolgu kalıbının erimiş camın içine batırılması ya da kalıp çevresine sıcak camdan yapılmış ince ipliklerin sarılmasıyla yapılıyordu. Eritilmiş külçeden cam kapların üflenmesi yöntemi, ancak İ.Ö. 200 yılından sonra ortaya çıktı. Bu yolla hem daha iyi kaplar, hem de dolgu kalıplı yöntemden çok daha kolay ve hızlı üretim yapılabilmekteydi.

İlk yapılan kaplar, ya bir küre oluşturacak biçimde gelişigüzel üflenerek ya da kesin, tekrarlanabilir biçim ve büyüklük veren, üzerine desenlerin basılmasını olanaklı kılan bir kalıp içine üflenerek yapılıyordu. Kalıp içine üfleme, modern kap yapımının temelini oluşturur.

Cam kap yüzyıllarca, zanaatçılar tarafından ağızla üflenerek yapıldı. Ancak, 1882'den sonra, Kuzey İngiltere'deki cam endüstrisi, uzun bir grevle felce uğrayınca, dikkatler mekanik yöntemler üzerine çevrildi. İlk makinayı Ashley adlı bir Yorkshire'lı buldu. Ashley'in çizdiği plana 20 yıl boyunca önemli yenilikler getirildi. Tam otomatik cam şişe makinası ise, 1903 yılında A.B.D'nde Michael Owens tarafından geliştirildi.

Hammaddeler: Seri üretim için kullanılan cam, silisyum dioksit (%70-74), kalsiyum oksit (%9-13), sodyum oksit (%13-16) ve alüminyum oksitten (%0,5-2,5) oluşur. Günümüzde kalsiyum miktarını artırma ve sodyum miktarını azaltma eğilimi vardır. Bu, yalnızca camın maliyetini düşürmekle kalmaz (kalsiyum dioksit, kireç taşından elde edilir ve son derece ucuzdur), aynı zamanda mukavemetini artırarak modern,



Son biçimi almış şişelerin, otomatik kalıp makinasından, arkada görülen tavlama fırınına götüren taşıyıcıya alınışı.

ince çeperli kapların yapımı için daha uygun hale getirir.

Camın, hammaddelerinin arasında demir oksit bulunmasından kaynaklanan hafif yeşilimsi bir rengi vardır. Bu yüzden, saydam cama küçük miktarlarda selenyum ve kobalt oksit eklenerek rengi açılır. Renkli cam, bazen dekorasyon için, genellikle de, şarap ve bira gibi ışıktan etkilenen sıvıların kaplarında kullanılır. Yeşil cam, gereken tona göre değişen miktarlarda demir, mangan, krom ve nikel oksitlerin eklenmesiyle elde edilir. Karbon, kükürt ve demir karışımıyla kehribar rengi oluşturulur. Mavi renk, kobalt oksit ya da bakır oksit, kırmızı ise, selenyum ve kadmiyum sülfür eklenerek elde edilir. Florürler, fosfatlar ve alüminyum oksit eklenmesiyle de, beyaz ya da renkli olabilen buzlu cam ortaya çıkar.

Otomatik üretim: Cam fırının sürekli çalışma koşullarına uyabilmek için, cam kap üretimi gece gündüz hiç ara vermeden sürdürülür. Fırın 4-100 ton cam alabilir ve 1 590°C'a varan sıcaklıklarda çalışır.

Hammaddeler tartılarak, az miktarlarda bulunan bileşenlerin düzgün biçimde dağılması için karıştırılır. Sonra bir taşıyıcı tarafından, fırının eritme bölmesine alınır ve orada eritilip karıştırılarak homojen bir sıvı kütle haline getirilir.

Bu sıcaklıkta, su kadar akıcı hale gelen cam, eritme bölmesinden fırının ikinci bölümü olan işleme bölmesine geçer. Bu, hazırlanmış camın hafifçe soğuduğu ve biçim verilmeye uygun ağdalı hale getirildiği bir depodur.

Fırın, genellikle biçim verme makinalarının üstünde bulunan bir platforma kurulur. Cam, uzun bir besleyici kanaldan aşağı doğru akarken külçe oluşturacak sıcaklığa getirilir. Birbirinin eşi kaplar haline getirilecek olan külçelerin, eşit ağırlıkta olması gerekir. Külçe ağırlığı, camın ağdalılığına, dolayısıyla de sıcaklığına bağlıdır.

Bir makina, külçeleri sırayla alarak, yürüyen kaba, kalıpların içine atar. Orada basınçla ya da sıkıştırılmış hava püskürtülerek cama, gerekli biçim verilir; ancak bu cam kap, son üründen daha küçük ve kalındır.

Başka bir yöntemde, eritilmiş cam, döner potalardan emilerek çekilir ve buna bir bıçakla, cam hamuru da denilen ara biçim verilir.

Cam hamurları daha sonradan kalıba alınır ve üflenerek biçime sokulur. Kalıplar, genellikle dökme demirden ve camın kolayca çıkarılabilmesi için birçok parçadan yapılır. Yalın bir kavanoz kalıbı, sol ve sağ yarım parçalar ile bir dip bölümden oluşur. Standart kalıpların yanı sıra, örneğin kozmetik cam kaplarında olduğu gibi, alıcının isteklerine göre alışılmamış biçimlerde kalıplar da yapılır.

Kaplar kısa bir süre sonra, istenen biçimi alacak kadar soğur ve kalıplarından çıkarılarak 600 C'ta tutuldukları uzun bir tünel olan *tavlama fırını*'na alınırlar. Burada, camın içindeki gerilmeler ortadan kaldırılır. Daha sonra kaplar gözden geçirilir ve bozuk kaplar ayrılır. Bunlar hurda cam olarak kullanılır; yani yeni bir cam karışımı yaparken hammaddelere eklenir.

Bu yöntemle dakikada 200 kap yapılabilir. Daha küçük fabrikalarda ise, genellikle, yarı otomatik yapım yöntemleri kullanılır. Bunlarda, bir tondan daha az cam alabilen küçük fırınlarda, cam elle ya da demir bir çubukla toplanır. Bir fırında on ikiye kadar pota bulunabilir ve gerekirse her biri ayrı bir rengin yapımı için kullanılabilir. Bazı yüksek nitelikli şişeler ve gözlük camları, hâlâ, ağızla üflenerek yapılmaktadır.

CANAVAR DÜDÜĞÜ Bkz. SİREN

CANKURTARAN

İlk cankurtaranlar, sedye taşımak için hazırlanmış atlı arabalardı. XX. yy'ın başlarında bunların yerini motorlu cankurtaranlar (ambulans) almaya başladı. Ne var ki, motorlu cankurtaran yapımında da, söz konusu araçların sedye taşıyabilmesinden başka bir özellik gözetilmezdi. Günümüzde bile, birçok cankurtaranın ilk bakışta göze çarpmayan önemli kusurları vardır.

Son yıllarda yapılan araştırmalarla, acil vakaların %25'inin cankurtaranla hastaneye götürülürken, yolda öldükleri ortaya çıkınca, bakım standardının ve dolayısıyla cankurtaran yapısının geliştirilmesi gerektiği anlaşıldı.

Cankurtaranlar, çoğunlukla amaca göre yapılmaz, kamyonet ya da otomobillerden cankurtarana dönüştürülür. Örneğin, İngiltere'de birçok cankurtaran, aslında Bedford CF kamyonetinden yapılmıştır. A.B.D.'nde ise, cankurtaranların çoğu konforlu, ama dar Cadillac şasiler üstüne yerleştirilmiştir.

1

1882 yılında İngiltere'de, yerinden çıkabilen sedye, elle yönetilen bu araçla taşınırdı. (Resim 1) Resim 2'de de görüldüğü gibi 1925 yılında cankurtaranlar oldukça iyi donatılmışlardı.

Daha büyük olan araç Londra Cankurtaran servisinin aktif görevde denediği Reeve-Sovam kaynaklı cankurtarandır. Yanında ise, hâlâ kullanılmakta olan alışılmış modellerden biri görülmektedir. Yeni araç daha yüksek ve girip çıkması daha kolaydır. İstenirse, üzerine sedye konulan sıralar, kol konulacak yerleri bile olan 10 koltuğa dönüşebilir (3). Resim 4'te görülen gereçlerin yerleştirilmesi için, içerde 1,13 m³'lük yer vardır. Araçta hastayı yüksek yerlerden indirmede kullanılan bir sedye ile tel kesici ve demir testeresi gibi kurtarma aletleri de bulunur.

2

3

4

Cankurtaranlarda, hastalara acil «ilkyardım» olanağı sağlayan aygıtların bulunması çok önemlidir. Buna karşılık, «yürüyen ameliyathaneler»in sanıldığı kadar etkili olmadığı da bir gerçektir. Herhangi bir kaza yerinde, yoğun trafiğin içinde, hastane olanaklarından yoksun durumda ameliyata kalkışmak, göze alınamayacak riskler taşır. Bu yüzden cankurtaranlar, hastayı elden gelen en hızlı ve rahat biçimde hastaneye yetiştirmek için yapılır ve en çok raslanan ölüm nedenlerine karşı kullanılan ilk yardım aygıtlarını içerirler.

Cankurtaran tasarımı: Cankurtaranların içinde geniş yer gereksinimi vardır. Solunum yolları tıkanmalarını açmak için vakum aygıtları ile, gene solunum için oksijen tüpü bulunmalı ve tüm ilk yardım işlemlerinin serbestçe uygulanmasına olanak verecek kadar yer olmalıdır. Bu yüzden, daha rahat oldukları halde, otomobilleri cankurtarana dönüştürmek yerine, bu amaca göre hazırlanmış büyük araçlar kullanmak gerekir.

Ticari amaçla kullanılmak için yapılmış bir araç, cankurtaran olarak kullanıldığı zaman çoğunlukla fazla sarsıntılı olur. Bu kusuru ortadan kaldırmak (yani hastanın arka aksın tam üstünde yatmaması) için, cankurtaranın ön ve arka tekerlekleri arasındaki uzaklık fazla olmalıdır. Ayrıca, hızlı viraj alırken araç gövdesinin yatmaması için, ağırlık merkezinin olabildiğince aşağıda bulunması, sedyelerin kolay yüklenebilmesi için de zeminin alçak olması gerekir. Bu noktalar gözönüne alınınca, hareketi arka tekerleklere ileten şafttan kurtulmak için, önden çekişli araçlar yeğlenir. Otomatik vitesle, sarsıntılı vites değiştirmeler de ortadan kalkar ve hem hasta, hem de şoför daha rahat ederler.

Bir şasi cankurtarana uyarlanırken, karoseri, hafif, paslanmaz ve kolayca biçim verilebilen cam takviyeli plastikten yapılır. Aracın içindeki dolaplar ile serum ve kan şişelerinin yerleştirildiği bölmeler de aynı maddeden olabilir.

Ticari araçlardan dönüştürülmüş cankurtaranlardan da yüksek performans göstermeleri ve güvenilir olmaları beklenir. Tekerlekler, üstlerine büyük yük bindiğinden, düzenli olarak denetimden geçirilmelidir.

Elektrikli gereçler: Cankurtaranlar, yaklaştıklarını bildiren bir uyarı sistemiyle donatılmalıdır: Renkli lambalar ve iki sesli sirenler.

Daha önceleri düşünülmeyen bir yenilik, şoförlerin arkalarından ne tür bir araç geldiğini daha kolay farkedebilmeleri için, otomobillerin arka camlarıyla aynı düzeyde yanıp sönen ışıklar bulunmasıdır.

Hastaneye varıldığı zaman, doktorların hangi tedavi yöntemini uygulamaları gerektiğine daha kolay karar verebilmelerini sağlama amacıyla, cankurtaranlara, bilinen ilk yardım gereçlerinin yanı sıra, elektronik hasta izleme aygıtları da yerleştirilebilir. Birçok cankurtaranda, ayrıca, alıcı-verici telsiz de vardır.

Son söz: Dünyanın en gelişmiş cankurtaranı, Grand Prix Tıbbi Servisi'nin, Avrupa'da yapılan tüm otomobil yarışlarında hazır bulunan cankurtaranıdır. Otomobil yarışlarında her zaman hastaneye yetişme olanağı bulunmayabilir. 15 metre boyundaki bu cankurtaran aslında, toz geçirmez iklimlenme sistemli, minyatür bir hastanedir. İçinde akü ile çalışan röntgen aygıtı, hastayı eğmeden sedyeyi aracın içine alan hidrolik kaldırma sistemi, kanların saklandığı bir soğuk depo ve ameliyat bölümü yeralır.

Ağırlığı 24 ton olduğu halde, bu dev araç saatte 113 km hızla gidebilir. Ayrıca, özel elektrik jeneratörü ile sıcak ve soğuk suyu da vardır.

Avustralya'da özel bir servis, birçok cankurtaran uçağıyla ülkenin üçte ikisine acil tıbbi yardım olanağı sağlar. Bu servisle, uzak yerleşme alanlarındaki hastalar, büyük bir hızla hastanelere yetiştirilebilmektedir.

CAN KURTARMA (denizde)

Batı'da, denizde can kurtarma hizmetlerinin kurulması yolunda ilk adımlar, XVIII. yüzyılın sonlarında atıldı. Buna karşılık, o dönemde Çinliler «kızıl tekneleri»ni (özel olarak yapılmış kurtarma gemileri), yüzyıllardan beri kullanmaktaydılar. İlk cankurtaran sandalları, dubalarla donatılmış «batmaz», açık teknelerdi. Bu tip bir tekne, 1765 yılında Fransa'da denendi ve başarılı oldu. Bir başkası da, 1785 yılında İngiltere'de yapıldı. A.B.D'nde, içi hidrojen dolu dubalarla donatılmış bir cankurtaran sandalı, 1816 yılında çizildi ve yapıldı. Bu «hidrojenli cankurtaran sandalları» daha çok, gemilerde kullanılıyordu.

CAN KURTARMA

Günümüzde, denize kıyısı olan Avrupa ülkelerinin çoğunda, gönüllülerce, devletçe ya da silahlı kuvvetlerce işletilen çeşitli, denizde can kurtarma servisleri vardır.

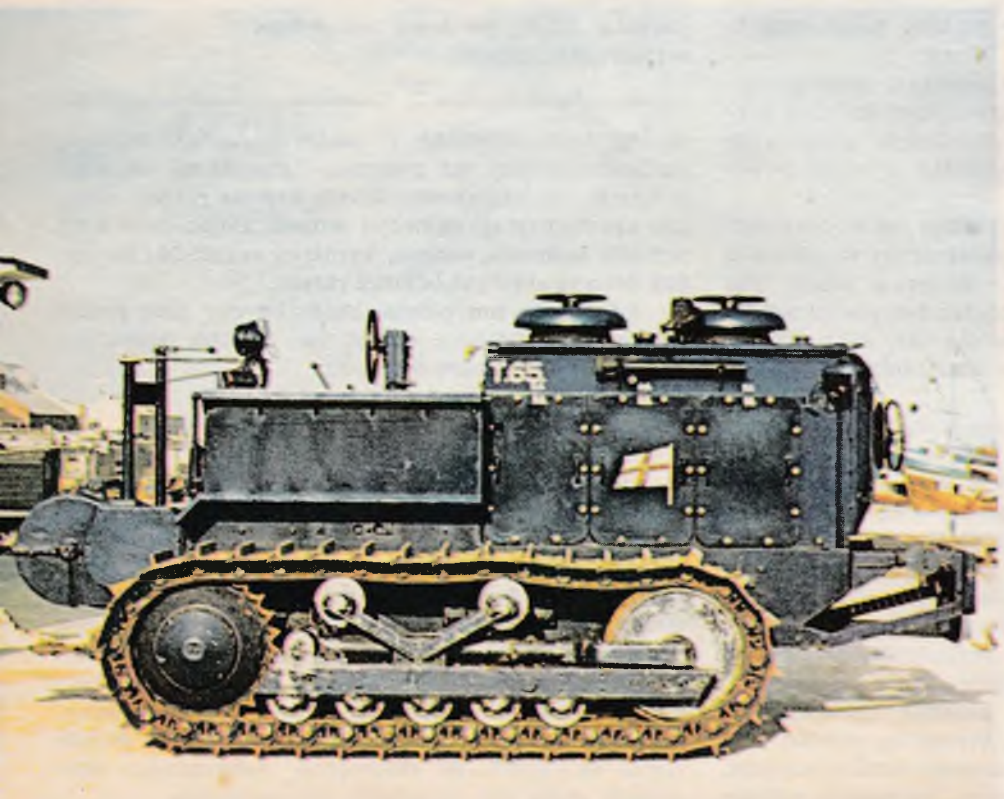
Can kurtarma yöntemleri: Denizde can kurtarmanın üç temel yöntemi vardır: Tekneden, havadan ve kıyıdan. Çoğunlukla *cankurtaran varagelesi*'nin kullanıldığı kıyı kurtarması, genel olarak kıyı korumanın sorumluluğu altındadır. Kurtarma işlemlerine helikopterler ve cankurtaran tekneleri de katılır. Helikopterlerle yapılan kurtarma, tekneyle yapılandan daha hızlıdır ve kurtarılan kişi yaralıysa, birkaç dakika bile yaşamsal önem taşır. Buna karşılık cankurtaran tekneleri, yeniden yakıt almadan uzun süre denizde kalabilir ve helikopterlerin gemi donanımları (direk gibi) ya da alevler nedeniyle yanaşamadıkları teknelerden insanları alabilirler. Tekneler, ayrıca, gece yapılan araştırmalarda ve kurtarmalarda daha etkilidirler.

Denizde can kurtarmada, eşgüdüm büyük önem taşır. Kazaya uğrayan tekne, normal olarak ya telsizle ya da işaret fişekleriyle dikkat çeker. Elverişli durumda olan başka tekneler de yardıma gelebilir; ancak çoğunlukla mesajı alan ya da işaret fişeklerini saptayan kıyı koruma, uygun kurtarma servisini alarma geçirir. Genellikle bu, bir cankurtaran teknesidir.

Gerekli durumlarda, bir helikopter tekneye eşlik eder. Yitik tekneler için yapılan uzun süreli aramalarda, küçük keşif uçakları da yardımcı olabilir. Cankurtaran tekneleri ya belirli bir yerde üslenirler ve sürekli su üstünde bulunurlar, ya kızaklar üstünden suya indirilir ya da bir taşıyıcı yardımıyla denize ulaştırılırlar. Taşıyıcı rampalarında (Hollanda'nın bazı bölümlerinde hâlâ atlarla çekilmektedir) su geçirmez motoru olan, özel tasarımlanmış çekiciler kullanılır. Hava ve egzoz boruları yukarı alınmış olan çekiciler, şoför mahalline kadar suya girebilir. Bazı ülkelerde, sözgelimi Norveç'te, balıkçı filolarına eşlik eden cankurtaran gemileri vardır ve bu gemiler cankurtarma işlemleri için gerekli aygıtlarla donanmıştır. Herhangi bir kaza olduğunda, cankurtaran teknesinin serdümeni, durumu hemen değerlendirmeli ve en çok hangi donanımın kendisine yardımcı olabileceğine karar vermelidir. Cankurtaran teknesindeki donanımla yapılması gereken başlıca işler, kazadan kurtulanların tekneye alınmasını sağlamak, öteki teknelerle, uçakla ve kıyıyla iletişimi sürdürmek ve kazadan kurtulanlarla müretebatı koruma altında bulundurmaktır. Denizde cankurtarma konusunda gerçekleştirilen büyük ilerlemelerden biri, bildirişim alanında olmuştur. Kıyı, deniz ve hava arasında bildirişimin sürdürülmesi için, VHF ve MF radyo donanımları kullanılır.

Bir cankurtaran botunun denize indirilmesinde kullanılan su geçirmez çekici. (altta solda)

Günümüzde denizde can kurtarma işlemlerinde helikopterlerden geniş ölçüde yararlanılır. Resimde kazadan kurtulmuş biriyle, kurtarma mürettebatından birinin, kauçuk bir bottan helikoptere alınması görülmektedir. (altta)



Elektronik donanım arasında, serdümene teknesinin altındaki suyun kesin derinliğini bildiren *yankılı iskandil* (Bk. ASDİK YA DA SONAR) ve radyogonyometre (radyo dalgalarından yararlanarak gemiye bulunduğu yeri bildiren aygıt) de vardır. RADAR'ın bulunmasını izleyen ilk yıllarda, cankurtaran gemileri gibi alçak teknelerde kullanılabilecek türde düzenekler geliştirilmemişti. Ancak günümüzde, radar da, cankurtaran teknelerinin değişmez donanımlarından biri olmuştur.

Helikopterle yapılan kurtarmada, donanımın en önemli parçalarından biri, vinçtir; çünkü mürettebatın ve kazaya uğrayanların yaşamı buna bağlıdır. Hem helikopterler, hem de cankurtaran gemileri, ilkyardım donanımı ve sedye taşırlar. Bunlarda çalışanlar, modern su geçirmez giysilerle korunmuştur. Helikopter mürettebatı, koruyucu başlık takar, sandal mürettebatı ise, suya düşenlerce kullanılmak için ışıklı ve düdüklü cankurtaran yelekleri giyer. Cankurtaran gemilerindeki mürettebat arasında dalgıçlar da bulunur.

Cankurtaran tekneleri: Bazı modern cankurtaran teknelerinin donanımı gelenekseldir ve yılların deneyimiyle geliştirilmiştir. Bunlardan biri, içine çember geçirilmiş yelken bezinden bir koni olan ve tekne dalgaya karşı giderken, düzgün seyretmesi için kıçından akıntıya bırakılan *manş tulumu*'dur. Öteki ise, cankurtaran varagelesi adı verilen parçadır. İnsanları kaza yerinden kıyıya ya da cankurtaran teknesine çekmede kullanılan bir aygıt olan cankurtaran varagelesinin kullanılabilmesi için halat, bir roket tabancası yardımıyla hedefe fırlatılır. Güvenlik sağlandıktan sonra, mürettebat varageleyi işletir. Kazadan kurtulanlardan biri varageleye yerleştirilir, *halatın laçka edilmesi* ilkesiyle ileri ve geri hareket sağlanır.

Cankurtaran teknelerinin yapım tekniğindeki son gelişmeler, tümüyle yeni birçok kavram ortaya çıkarmıştır. Cankurtaran tekneleri, öteki teknelerin sığınak aradığı zamanlarda denize indirildiği için, tasarımlarında her zaman, kötü hava koşullarına karşı koyabilecek güç ön plana alınmıştır. Bu, gövdeyi saran hava sızdırmasız yüzdürme bölmelerinin, gövde çeşitli yerlerinden delinirse, teknenin su yüzünde kalmasını sağlayacak biçimde biraraya getirilmesi demektir. Yakın zamanlara kadar çözüm bulunamayan büyük sorunlardan biri, alabora olan bir teknenin kendi kendine düzelmesi, yani *kendiliğinden doğrulma* olmuştur. XIX. yüzyılın kendiliğinden doğrulabilen cankurtaran teknelerinin bu özelliği, temelde, yüksek *uç bölmeler*'le sağlanırdı. Ancak bunlar, görüşe engel olabileceği için pek yüksek yapılmaz ve tekneler dengelerini azaltıp alabora olma tehlikesini artıracak biçimde, oldukça dar tutulurdu.

Kendiliğinden doğrulan modern cankurtaran teknelerinin dengeleri, iki dünya savaşı arasında tasarımları yapılmış, kendiliğinden doğrulamayan tekne-

İngiliz Krallık Deniz Kuvvetleri'ne bağlı bir Sea King helikopteri, İtalyan bandralı Giovanna Assenzo şilebinin altı mürettebatını kurtarıyor. Daha sonra batan bu gemi, Malta'nın 177 km güneyinden telsizle yardım çağrısında bulunmuştu. Resimdc görülen helikopterlerin uçuş menzili 800 km'den fazladır.

lere oranla bile daha iyidir. Bu teknelerde yüzme özelliği, üst yapı ve motor bölmesi de dahil, su geçirmez bölmelerle sağlanır. Gerçi, bu türden doğrulma düzeneği bulunan ilk teknelerde, bir de safra sistemi donatmak gerekmişti; ama su geçirmez kamaraların ve ek su geçirmez kapıların geliştirilmesiyle, söz konusu sistem artık gerekliliğini yitirmiştir. Geleneksel tasarımlardan ikinci bir ayrılık da cankurtaran teknelerinin hızını büyük oranda artıran yeni gövde biçimleridir.

Denizde yaşam kurtarma, uluslararası sınırları aşar. Ülkeler arasında, en az öteki bilim dallarında olduğu ölçüde, bir eşgüdüm vardır. Bu alandaki tasarımlar ve yöntemler uluslararası konferanslarda tartışılır ve geliştirilir. Amerika Birleşik Devletleri, 13,4 m uzunluğundaki, çelik gövdeli cankurtaran gemisini bu tür

RNLI tarafından kullanılan bir kıyı cankurtaran botu. Hareketi dıştan takmalı bir motorla sağlanır ve kıyıya yakın sığ sulardaki kurtarma işleri için kullanılır. (sağda)

Modern bir «Arun» cankurtaran gemisi. Bu gemilerin kendiliğinden doğrulma' özelliği vardır. Otomatik pilotu da içeren tüm çağdaş denizcilik aygıtlarıyla donatılmışlardır. (altta)

Cromer adlı cankurtaran teknesi denize indiriliyor. Etkinliklerini azaltmasına karşın pervaneleri, teknenin içine oyulmuş tünellere yerleştirilmiştir. Bu, pervaneleri, suya indirme işlemi sırasında zarar görmekten korur.

bir konferansta sergilemişti. 15 deniz mili dolaylarına ulaşan hızıyla bu teknenin, olağanüstü bir manevra ve su yüzeyinde kalma yeteneği vardır. İngiltere ve İrlanda kıyılarında da, bu tür birçok cankurtaran gemisi hizmet görmektedir. Başlangıçta tahtadan yapılan 15,9 m uzunluğundaki «Arun» tipi cankurtaran tekneleri, artık cam takviyeli plastikten yapılmaktadır. Ancak, büyük cankurtaran teknelerinin yapımında kullanılan bu yeni malzeme, daha önce sıkı bir denetimden geçirilmiştir. Bu sınıftan teknelerin hızları 20 deniz milini aşar, kendiliğinden doğrulma yeteneğindedirler ve 13,4 m'lik teknelerde olduğu gibi su yüzünde kalabilirler. Gövdeleri çift katlıdır. İç ve dış kaplamalar arasındaki boşluklar, cankurtaran teknesinin 26 su geçirmez bölmesi birden delinse bile su yüzünde tutan, poliüretan köpüğüyle doldurulmuştur. Üst yapı, kaynaklanmış alüminyumdan yapılmıştır. Dümen kabininde bulunan ve beş kişilik mürettebata göre hazırlanmış oturma yerleri, güvenlik kemeriyle donatılmıştır. Tekne ya dümen kabininden ya da bunun üstüne yerleştirilmiş bir «uçan» köprüden denetlenebilir. Dümen kabinine giriş, tekne alabora olursa kabinin su almasını önlemek için, basıncı değiştirme odasını andıran, iki kapılı bir yapıdan sağlanır. Tekneye 375 beygir gücünde deniz tipi dizel motoru takılıdır. Ancak bu tür tekneler, kızaklar üstünde kaydırılarak suya indirilemez. Ayrıca bütün kıyılarda, gelgitler nedeniyle, bu gemilere elverişli limanlar bulunmaz. Bu nedenle gemi kızakları gereklidir. Günümüzde, uskurun korunması ve kavitasyonun önlenmesi için, pervanelerin tüneller içinde bulunduğu belli bir tekne tipine gereksinme duyulmaktadır; ancak bu tür bir tasarım büyük hızları keser.

Kıyı kurtarma: Denizde can kurtarma teknikleriyle ilgili son yeniliklerin en önemlilerinden biri, kıyı cankurtaran botlarıdır. Denizi olan ülkelerde giderek artan sayıda insan, boş zamanlarını denizde değerlendirmekte ve doğal olarak bunların bir bölümü zorluklarla karşılaşmaktadır. Küçük gezi sandalları, yatlar, yüzücüler ve deniz yataklarının üstündeki çocuklar, ivedi yardıma gereksinme duyabilirler. Bu istemi karşılayabilmek için, kıyı cankurtaran botları ortaya çıkmıştır. Uluslararası eşgüdüm, bu alanda da araştırmaları ileriye doğru zorlamaktadır. En başarılı teknelerden biri, İngiltere'deki RNLI (Krallık Ulusal Can Kurtarma Enstitüsü) tarafından geliştirilmiş olan «Atlantik 21»dir.

Kıyı cankurtaran botları, bir plajdan çabucak suya indirilebilir ve bir kez suya girdikten sonra, çok yüksek hızlara ulaşabilir. «Atlantik 21», 29 deniz mili hız yapabilmektedir. Dıştan takma çift motoru ve şişirilebilir çıkmalarıyla cam elyafından yapısı, bu tekneyi çok kullanışlı kılmaktadır. Kendiliğinden doğrulma, kıç üstünde bir çerçeveye tutturulan bir hava torbası yardımıyla sağlanmaktadır. Bot alabora olursa, hava torbası şişirilir ve böylece teknenin kıçı yukarı itilir.

CARLSON, CHESTER (1906-1968)

Amerikalı Chester Carlson, fotokopi çıkarmada KSEROGRAFİ yönteminin bulucusudur. Carlson'un İsveç asıllı ana-babasının ikisi de sakattı; annesi Carlson on yedi yaşındayken veremden ölmüştü. Ailesine paraca destek olmak için yarıgünlük işlerde çalışmak zorunda olmasına karşın, Carlson, okulda kimya öğrenimini başarıyla sürdürdü ve 1930 yılında Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nün fizik bölümünü bitirdi.

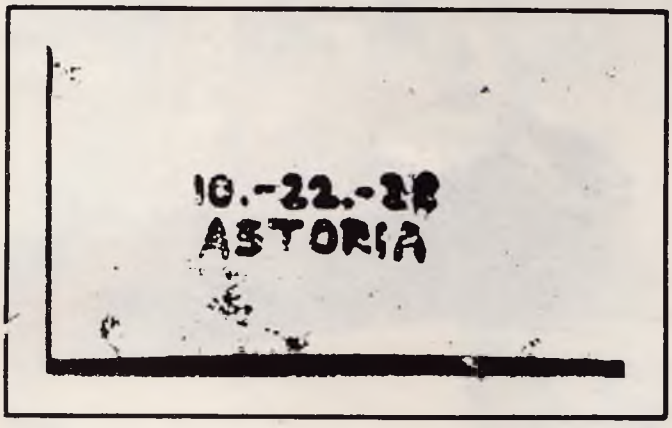
New York'daki Bell Telefon Laboratuvarı'na önce araştırmacı olarak katıldı, daha sonra patent bölümüne geçti. Carlson burada, belgelerin kopyalarının yeniden daktilo edilerek çıkarılmasında gereksiz yere büyük emek harcandığını gördü. 1935 yılında hızlı ve temiz iş çıkaracak bir kopya makinası yapmağa karar verdi.

Carlson, bilinen fotoğraf tekniklerinin bu iş için elverişli olmadığını düşündü. Her şeyden önce, bu pazar büyük şirketlerin egemenliği altındaydı; üstelik bu

teknikler hem çok zaman alıyordu, hem de temiz değildi. Bunun yerine oldukça eski bir buluşa yöneldi: Statik elektrik, yani hızla bir kumaş parçasına sürtülen tarağın, kağıt kırpıntılarını havaya kaldırmasını sağlayan kuvvet.

1937 yılında Carlson, elektrik yüklü bir levhanın üstüne selüloit bir cetvelin kopyasını geçirdi ve «elektrofotografi» adını verdiği bu yeni teknik için ilk patenti aldı. 1938 yılında laboratuvar olarak kullanmak için, küçük bir oda kiraladı ve kendisine yardımcı olması için, işsiz bir Alman fizikçisini, Otto Kornei'yi yanına aldı. O yılın 22 Ekim'inde Carlson ve Kornei, dünyanın ilk kserografi baskısını ürettiler. Kükürtle kaplanan metal bir levha, bir mendile sürtülerek elektrik yüklenmiş ve üstünde «10-22-38 Astoria» yazan bir cam lama tutulmuştu. Levhaya koyu renk toz sürülmüş ve bu tozda görüntü, başarıyla ortaya çıkmıştı.

Carlson'un bundan sonraki sorunu, buluşunu, geliştirecek ve pazarlamasını yapacak bir firmaya satabilmek oldu. Yıllarca bu isteğini gerçekleştiremeyen Carlson, buluşuyla ilgili çalışmalarını sürdürdü, hem levhaları daha duyarlı hale getirdi, hem de adi kağıt



22 Ekim 1938 tarihinde Chester Carlson ve yardımcısı Otto Kornei tarafından New York, Astoria'da yapılan ilk kserografi kopyası. (sağda)

Carlson, ilk yaptığı makinalardan biriyle. (altta)

üstünde kullanılabilecek bir toz buldu. Sonunda Ohio'daki Battelle Memorial Enstitüsü'yle işbirliğine girdi. Enstitü, kazançtan pay alma koşuluyla, buluşun geliştirilmesi işini üstlendi.

1 Ocak 1947 tarihinde New York'da, Rochester Haloid Şirketi adında bir fotokopi firması, yeni kurubaskı işleminin haklarıyla ilgili bir anlaşma imzaladı. Bu firma, işleme «kuru yazış» anlamına gelen kserografi adını verdi. Firma, bir süre sonra Xerox Şirketi'ne dönüştü. 1950 yılında, ışığa duyarlı selenyumla (kükürt-tellür grubundan bir ametal) kaplı levhaların kullanıldığı ve gerek bu levhaların elektrik yüklenmesinde, gerekse üstüne toz dökülmesinde, tümüyle yeni yolların denendiği ilk Xerox makinalarının pazarlaması yapıldı.

Kserografi makinaları hâlâ, tam otomatik hale gelmemişti. Ancak 1960 yılında 914 no.'lu modelin piyasaya sunulmasıyla, Chester Carlson'un, bir düğmeye basılarak kusursuz kopyaların elde edilmesine ilişkin düşü gerçekleşmiş oldu.

CARNOT, SADİ (1796-1832)

Sadi Carnot, kelime anlamı «ısı hareketi» olan termodinamik bilimini kuran Fransız fizikçisidir. 36 yaşındayken kolera nedeniyle genç yaşta ölümü, XIX. yüzyılda bilim için büyük kayıp olmuştur.

Carnot, öğrenimini bilim alanında seçkin bir yeri olan Ecole Polytechnique'te yaptı. Askeri mühendis olarak yetiştirilmesine karşın, buhar makinalarında ısı enerjisinin harekete dönüştürülmesiyle ilgileniyordu. Carnot, *Ateşin Hareket Ettirici Gücü Üstüne Düşünceler* adlı tek kitabının yayımlanmasıyla, gününün en özgün Fransız fizikçisi sayıldı. 1824'de yayımlanan bu kitapta Carnot, hareket enerjisine dönüşen ısı gücünün ve buhar makinalarında gerçekleştirilecek gelişmelerin sınırsız olup olmadığını, sonsuza dek yapılıp yapılamayacağını araştırmaktaydı.

Buhar makinaları Carnot zamanında yaygınlaşmaya başlamıştı; ama hiç kimse bunların çalışma ilkesini tam anlamıyla kavramış değildi. Ayrıca, bu makinaların verimleri de düşüktü; hiç biri ısı enerjisinin %10'undan fazlasını işe dönüştüremiyordu. Carnot, makinada yapılan iş ile sıcaklık arasında bir bağıntı olduğunu buldu. Bu buluş, daha sonraları enerjinin hiç bir zaman yok olmadığını, yalnızca bir türden ötekine dönüştüğünü belirten, termodinamiğin birinci yasasına temel olacaktı.

Daha da önemlisi, Carnot, bir makinanın veriminin, ısı kaynağı (buhar makinasında kazan) ile alıcı (buhar makinasında kondansör) arasındaki sıcaklık farkına bağlı olduğunu buldu. Kazan ve kondansörün buhar makinasının temel ögeleri olduğunu ve sıcaklık farkı olmaksızın buhar makinasının çalışmasının olanaksızlığını keşfetti. Üçüncü ve son temel etkense, ısıyı iletecek bir akışkandı; bu da buhar makinasında su buharıyla sağlanmaktaydı.

Carnot, ısınan buharın yinelenebilir bir çevrim oluşturduğu ideal bir makina düşünerek, sonuca vardı.

Çalışmaları önce karanlıkta kalan, ama ortaya çıkarıldığında termodinamiğin temellerini oluşturan Fransız fizikçisi Sadi Carnot.

Isınan buhar, bir pistonu itmek için kullanılıyor, buhar sonra yoğuşturularak pistonun geri dönmesi sağlanıyordu. Ancak, *Carnot çevrimi* adı verilen ve kuramsal olarak tersinir olan bu çevrimin, enerjinin bir bölümü her zaman sürtünme yoluyla yitirildiği için, uygulamada gerçekleşmesi söz konusu değildir.

Carnot, ısıyı ileten sıvının niteliğinin olduğu kadar, alıcı ile ısı kaynağı arasındaki sıcaklık düşüşlerinin de önemli olmadığını gösterdi. Makinanın en yüksek verimi, yalnızca, sıcaklık farkına bağlıdır. Bu, ısının yalnızca sıcak bir cisimden daha soğuk bir cisime kendiliğinden iletildiğini gösteren TERMODİNAMİK'

in ikinci yasasının temelini oluşturur. Clausius ve KELVİN gibi başka bilim adamları, Carnot'nun çalışmalarını daha sonra geliştirmişlerse de, buhar makinalarında yeralan olayların en açık çözümlemesini yapan, Carnot'dur.

CAVENDİSH, HENRY (1731-1810)

Henry Cavendish, fizik ve kimya alanındaki araştırmalarıyla tanınır. Bu alanlarda çok sayıda çalışma yapmış olmasına karşın, bunların gerçek önemi, ancak ölümünden yıllarca sonra, notlarının yayınlanmasıyla anlaşılmıştır.

İkinci Devonshire dükünün torunu olan Cavendish, «bilgililerin en zengini» ve «zenginlerin en bilgilisi» olarak tanımlanırdı. 10 Ekim 1731'de Nice'te doğdu. Çok çekingen bir kişiliği vardı ve yaşamını özel bilimsel araştırmalarla geçirdi.

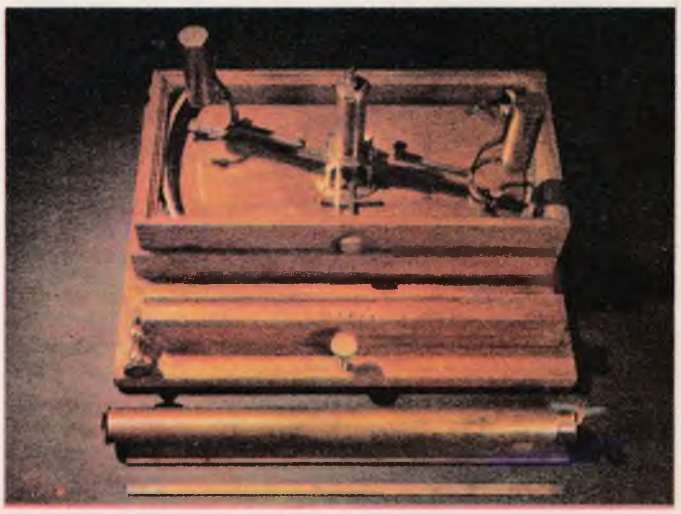
Cavendish, kadınlardan nefret etmesiyle tanınmıştı; bu yüzden hiç evlenmedi. Toplumsal alanda gösterdiği tek etkinlik, 1760'ta üye olduğu Krallık Derneği'nin Perşembe yemeklerine katılmaktı. Evindeki kadın görevliler, yoluna çıktıklarında kovulma tehlikesiyle karşılaşırlardı. Bunlardan birine merdivenlerde raslayınca, kendisi için ayrı bir merdiven ismarladığı anlatılır.

Cavendish, kimyasal araştırmaların, Aristoteles dogması ile simya pozitivizminin kısıtlamalarından arınmaya başladığı bir çağda yaşadı. Bu daldaki en önemli başarısı 1766'da hidrojeni bulmasıyla başladı. «Yanmayan hava» diye adlandırdığı hidrojeni, sülfürik asit ya da hidroklorik asit gibi asitlerin demir ve çinko gibi metaller üstünde tepkimesinden yararlanarak üretti. Kendi başına da büyük önem taşıyan bu olayı, 1784'te hidrojen ile havanın bir kıvılcımla ateşlenmesi yoluyla suyun bireşimlenmesi izledi. Bu deney, suyun, eski düşünürlerin ileri sürdüğü gibi bir temel madde olamayacağını kanıtladı.

Cavendish, havadaki öteki gazları, özellikle karbon dioksiti ya da o zamanki adıyla «sabit hava»yı çözümledi. Aynı zamanda atmosferdeki havanın yaklaşık %1'inin bilinmeyen bir maddeden oluştuğunu buldu. Söz konusu madde, bir yüzyıl sonra Sir William Ramsay (1825-1916) tarafından, ASAL GAZ argon olarak belirlenecekti.

Cavendish'in elektrikle ilgili araştırmaları da temel nitelikteydi. Yüklü cisimler arasındaki elektrostatik kuvvetleri inceledi ve bu kuvvetlerin uzaklığın karesiyle ters orantılı olduğunu kanıtladı. Ayrıca KONDANSATÖR'lerin etkisini gözledi.

1798'de Cavendish en önemli çalışmasını, yani Yer'



Henry Cavendish kimyaya (hidrojenin bulunması) ve fiziğe (elektrostatik dahil) birçok katkıda bulunmuştur. (sağda üstte)

Yer'in magnetik alanında iki nokta arasında ortaya çıkan değişmeleri kaydeden magnetik varyometre, Cavendish tarafından bulunmuştur. (sağda altta)

in kütlesi, dolayısıyle de ortalama yoğunluğu için bir değer bulduğu deneyinin sonuçlarını yayımladı. Buna göre, küçük bir kurşunun, bir kurşun kütlesi tarafından çekildiği zamanki hareketini ölçerek, Dünya'nın kütlesinin kurşununkine oranını hesaplamayı başarmıştı. Böyle hassas ölçümleri içeren bir deney, ancak çok ağır ve yorucu bir çalışmayla başarı kazanabilirdi. Cavendish'in elde ettiği sayının gerçek değerden (suyun yoğunluğunun 5,52 katı) farkı %1'den daha azdı. Bu klasik yöntem, bazı düzeltmelerle, hâlâ kullanılmaktadır.

CAYROPUSULA

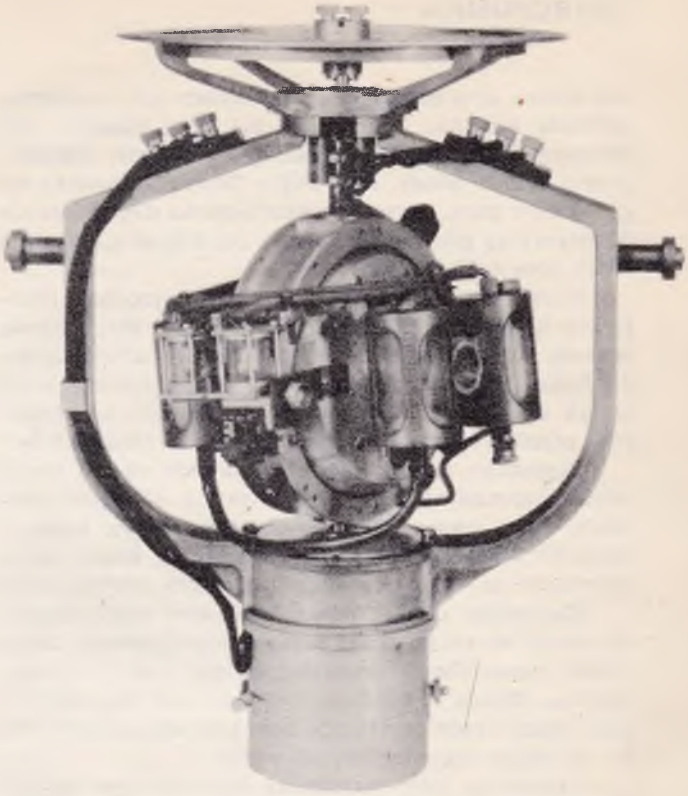
Cayropusula (ya da jiropusula), genellikle, ticaret ve savaş gemilerinde kullanılan bir *coğrafi kuzey* yön göstergesidir. Yalpalama, rotadan sapma ve başkıç vurmalardan etkilenmediği gibi, magnetik pusulaları bozan etkenlerden de etkilenmediğinden, en kullanışlı NAVİGASYON aygıtlarından biridir. Cayropusula, çoğunlukla güverte altında yeralır ve ondan gelen sinyaller, dümen ve kerteriz vericileri, rota kaydediciler ve cayropilotlar gibi yardımcı düzeneklere gönderilir.

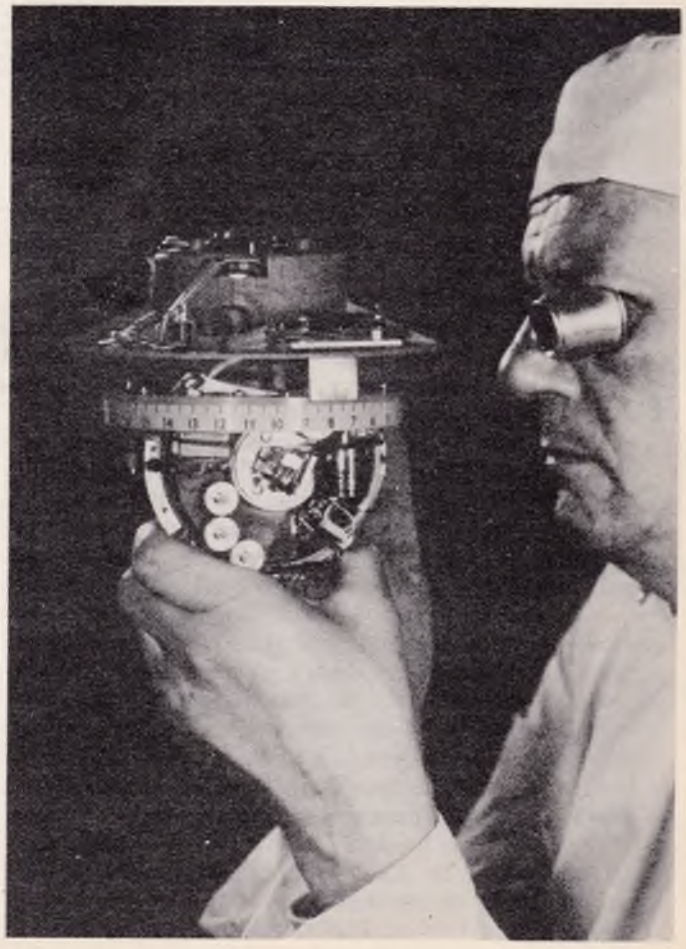
Cayropusulanın ana parçası, dönme ekseni hep coğrafi boylamı (kuzey-güney doğrultusunu) koruyacak biçimde döndürülen bir CAYROSKOP'tur. Eksen doğrultusunun değişmez kalması, cayroskobun iki önemli özelliği olan EYLEMSİZLİK ve presesyon kavramlarının, Dünya'nın dönüşü ve yerçekimi kuvveti gibi iki doğal kavramla birleştirilmesiyle sağlanır.

Çalışma ilkesi: Dünya, ekseni çevresinde batıdan doğuya doğru 24 saatte bir dönüş yapacak açısal hızla, yani saatte 15 derece döner. Dünya yüzeyinin her noktasında bu açısal hız iki bileşene ayrılabilir. Bu bileşenlerden biri, o noktadaki dikey bileşendir ve *dikey dönüş oranı* adını alır. İkincisi ise, meridyenle çakışan yatay bileşendir ve *yatay dönüş oranı* diye adlandırılır.

Bu bileşenlerin değeri, enlemlere bağlı olarak değişir. Dikey dönüş oranı, enlem açısının *sinüs*'üyle değişir ve kutuplarda 15 derece/saat, ekvatorda sıfırdır. Yatay dönüş oranı ise, enlem açısının *kosinüs*'üyle değişir ve kutuplarda sıfır, ekvatorda 15 derece/saattir (Bk. MATEMATİK).

Cayropusulada kullanılan cayroskop, elektrikle çalışır. Hem düşey, hem de yatay eksen boyunca serbestçe hareket edebilecek biçimde, halkalar içine yerleştirilmiştir. Üstüne kuvvet etkimediği sürece, eksenleri





1916 yılında S.G.Brown tarafından yapılan ikinci cayropusula. Bu aygıtta cayroskopu boylam doğrultusuna doğru döndürmek amacıyla «balistik» bir düzenek kullanılıyordu. Rotorun çapı, 10,2 cm'dir. (sağda, üstte)

Halkalı bir cayroskopta, rotorun herhangi bir konumu serbestçe koruyabileceği görülüyor. Cayroskop uzay araçları için konum alıcısı ve dengeleyici aygıtları bulunan motorla dengelenmiş bir platformun üstüne yerleştirilebilir. (sağda altta)

her zaman aynı doğrultuyu korudukları için cayroskop, *eylemsiz uzay*'da, *hareketsiz bir uzay elemanı* gibi davranır. Dünya, eylemsiz uzayın bir parçası değildir; uzayın içinde döner. Bu yüzden Dünya üstündeki bir gözlemciye göre, cayroskop eksenlerinin doğrultusu da değişiyormuş gibi görünür. Oysa bu doğrultu, eylemsiz uzaya göre değişmez kalır.

Hareketsiz bir uzay elemanı olan cayroskop, Dünya'nın dönüşünü «algılar»: Düşey ekseni dikey dönüş oranını, yatay ekseni ise yatay dönüş oranını algıladığından, Dünya'nın dönüşünün etkisi, enleme bağlı olarak değişir. Bu değişme en iyi biçimde, cayroskopun çeşitli yerlerdeki duruşu izlenerek anlaşılabilir.

Cayroskop Kuzey Kutbu'na, dönme ekseni yatay olacak biçimde yerleştirilir. Dünya'nın dönüşünü yalnızca düşey eksen algılayacağından Dünya üstünde bulunan bir gözlemciye göre cayroskop, düşey eksen çevresinde saatte 15 derece dönüyor gibi görünecektir.

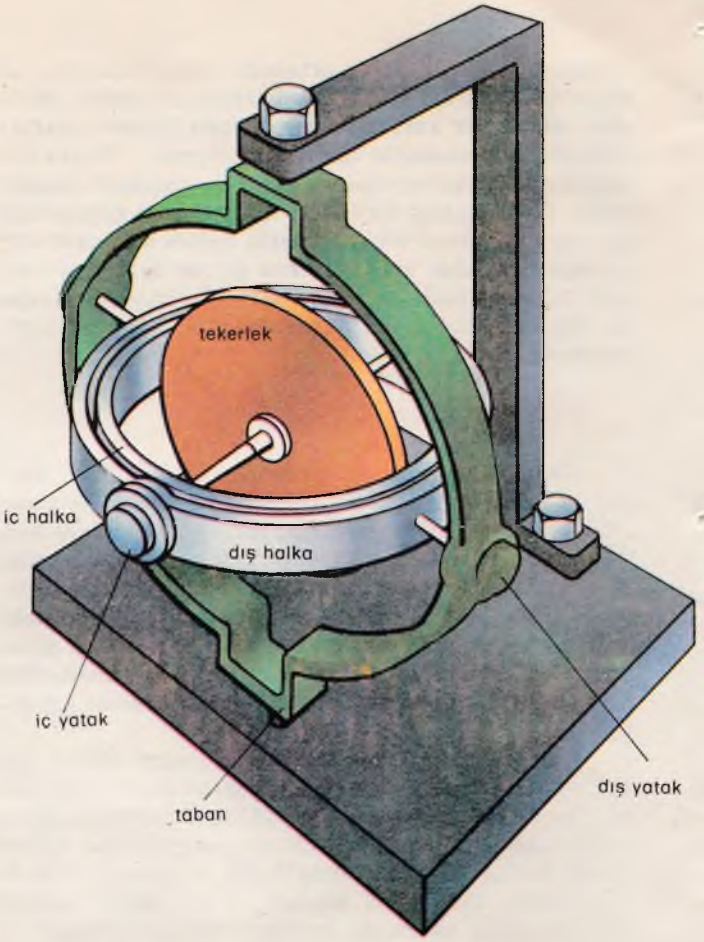
Cayroskop, dönme ekseni doğu-batı doğrultusunda olacak ve yatay eksen boylam doğrultusunda bulunacak (yatay dönme oranı doğrultusu) biçimde yerleştirilirse, Dünya üstündeki gözlemci, bu kez, cayroskopu yatay eksen çevresinde dönüyormuş gibi görecektir. Bu etkiye «eğimlenme» adı verilir.

Cayroskop, gene ekvatorda bulunur ama dönme ekseni kuzey-güney doğrultusuna gelirse, Dünya'nın dönüşünden kaynaklanan eğimlenme etkisi sıfır olur; çünkü duyarlı yatay eksen, boylama kıyasla 90° dönmüştür. Dönme ekseni bu iki durum arasında bir doğrultuyu gösteriyorsa, yatay dönme oranı, yatay ekseni, dönme ekseninin boylam ile yaptığı açıya orantılı olarak etkiler.

Uygulamada cayropusulalar: Yerçekimi kuvvetinin eklenmesiyle cayroskopun hep kuzeyi gösteren cayropusulaya dönüşmesini sağlayan etmen, yatay dönüş oranıdır. Cayroskopun dönme ekseni boylam doğrultusunda olduğu zaman, yatay eksene göre eğimlenme görülmez. Dönme ekseni boylamın doğusuna yönelirse, yatay dönme oranı, cayroskopun kuzey ucunu aşağı iter. Bu eğimlenme, doğrudan doğruya yatay dönme oranına (15 derece/saat x kosinüs 'enlem') ve dönme ekseninin boylamdan ne kadar ayrıldığına bağlıdır.

Kutuplar ile ekvator arasındaki noktalarda cayroskop, hem dikey, hem de yatay dönme oranlarının etkisinde kaldığından hem yatay, hem de düşey eksenine göre sapar. Genel olarak, yatay dönme oranı cayroskobun eğimlenmesine, dikey dönme oranı ise boylama dik olarak (yatay) sapmasına yolaçar.

Cayroskopun eğimlenmesini ölçmek ve dönme eksenini boylam doğrultusuna yöneltecek momentler (döndürücü kuvvetler) ortaya çıkarmak amacıyla yerçekimini referans alan bir sistem kullanılır. Eski cayropusulalarda, eğimlenmeden etkilenerek kuzeye yönlendiren bir kuvvet doğuran ağırlıklar vardı. Cayroskobun kutusuna bağlı olan ağırlık, yerçekiminden etkilenerek dönme eksenini yatay kalmaya zorlar, bundan doğan döndürme momenti de, cayroskopu kuzeye doğru döndürürdü. Dr. Elmer SPERRY de, ilk yaptığı cayropusulalarda bu ilkelerden yararlanmıştı. Söz konusu pusulalardan, 1911'de, USS *Delaware*'de başarıyla sergilenen biri, günümüzde Washington'daki Smithsonian Institution'da görülebilir.



Hawker Siddeley'in «Trident» ve «Nimrod» uçakları ile BAC 1-11 dahil birçok uçak pusula sisteminde kullanılan, Sperry CL 11 «rotorace» cayropusulası.

1920'lerde bu ağırlığın yerini, cayroskopun kuzey ve güney uçlarına takılan iki ince boruyla birbirlerine bağlı ve içleri yarı sıvı dolu iki kaptan oluşan bir düzenek aldı. Cayroskopun eğimlenmesi, sıvının yukarda kalan kaptan aşağıdakine akmasına yolaçıyor ve ortaya çıkan denge farkı, cayroskopu boylam doğrultusuna itiyordu. Bu sistemin geliştirilmiş türleri bugün de kullanılmakta, ancak, giderek daha çok elektrikli aygıtlardan yararlanılmaktadır. Daha kolay hareket edebilen bu sistemlerde, eğimlenmeyi ölçmek için İVMEÖLÇER'ler ve başka aygıtlar kullanılır. Bu aygıtların çıkışındaki sinyal yükseltilerek, döndürme momentli motorları çalıştırılır.

Daha önce de söylendiği gibi, cayropusula kuzeye yönelen hareketi için Dünya'nın dönüşünden güç alır. Ne var ki, Dünya yüzeyinde hareket eden bir taşıt aracının hareketi de Dünya'nın hareketi ile etkileştiğinden, bu etkileşme cayropusulanın duyarlığını azaltır. Bundan doğacak hataları gidermek amacıyla, cayroskopun kesinlikle kuzeye yönelmesini sağlayacak hata giderici sistemler de geliştirilmiştir.

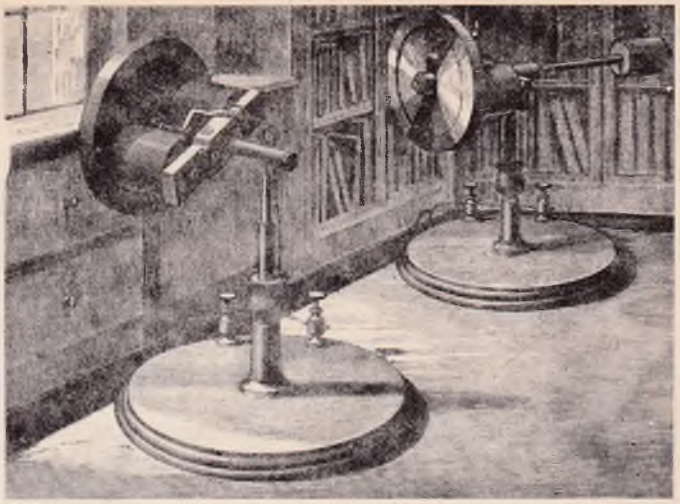
CAYROSKOP

Cayroskop (ya da jiroskop) genellikle, kendi ekseni çevresinde büyük bir hızla dönen bir tekerlekten oluşur. Bilimsel cayroskoplarda dönme ekseni, uzayda istenilen doğrultuyu alabilir. Oyuncak cayroskoplarda ise, dönme ekseninin bir ucu belli bir doğrultuda tutulur. Ay, Dünya ve kendi eksenleri çevresinde dönen öteki gezegenler, cayroskop gibi davranırlar.

Cayroskop hareketi: Dönme ekseninin bir ucu bir yuvaya tutturulmuş, hızla dönen bir tekerleği düşünelim. Eğer eksen düşey doğrultudaysa, tekerlek bir topaç gibi, destek üstünde dengede kalacaktır. Ekseni yatay doğrultuya getirecek olursak, yerçekimi kuvvetinin tekerleği yuvadan çıkarıp atması beklenir. Oysa bu gerçekleşmez. Yatay duruma gelen eksen, yuvadan ayrılmamak için direnir ve yuvalanan ucunu yatay düzlemde kalacak biçimde hareket ettirmeye çalışır. Buna *presesyon* (devinme olayı) denir. Dönme eksenine dik bir kuvvet (bu durumda, yerçekimi) etkirse, beklenen doğrultuda değil de, hem dönme eksenine hem de etkiyen kuvvetin doğrultusuna dik doğrultuda bir hareketin ortaya çıkması, cayroskopların genel özelliğidir. Bu doğrultuda hareketin nedeni, dönen tekerleğin bir *açısal momentum*'unun bulunması ve uygulanan kuvvetin, açısal momentumun doğrultusunu değiştirmeye zorlanmasıdır.

Bilimsel cayroskop: Bilimsel bir cayroskopun yapısı biraz daha karmaşıktır. Bilimsel cayroskopun dönme ekseninin kuzey-güney doğrultusunda olduğunu varsayalım. Bu eksen, metal bir «iç halka»ya uçlarından yataklanmış olsun. İç halka da, kendi ekseni çevresinde dönebilecek biçimde ve tekerlek eksenine dik doğrultuda, sözgelimi doğu-batı yönünde, bir «dış halka»ya yataklanmıştır. Bu dış halka, kendi ekseni çevresinde, tekerleğin ve iç halkanın dönme eksenlerine dik doğrultuda dönebilmektedir. Verdiğimiz bu örneğe göre, doğal olarak, dış halkanın dönme ekseni düşey kalacaktır.

Bu tür bir cayroskopta, aşağıdaki şaşırtıcı özellikler gözlenebilir: Dış halkanın yataklandığı desteği ister eğin, ister döndürün, ister yerini değiştirin, tekerleğin dönme ekseni 'eylemsizlik uzayı' ya da 'hareketsiz yıldız' denilen bir sisteme göre aynı doğrultuda değişmeden kalacaktır; böyle bir cayroskop yeryüzün-



XIX. yüzyıl ders kitaplarından alınma cayroskop resimleri. Hareketin sürekliliği, elektromıknatıslarla sağlanmıştır. (sağda üstte)
Bir sicim aracılığıyla döndürülebilen oyuncak bir cayroskopun presesyon hareketi, art arda çekilmiş fotoğraflarda görülmektedir. Dünyanın presesyonu 25 800 yıldır. (sağda ortada)
Helikopter ve hareketli araçlarda kullanılan dürbünleri ya da küçük kameraları sabitlemek için resimdeki gibi bir düzenek takılır. Burada, aralarında açı farkı bulunan iki cayroskop bulunur. Böylece presesyonun dürbün yöneltilmesini etkilemesi engellenmiş olur. (sağda altta)

de bir noktaya bırakılacak olursa, tekerleğin dönme ekseni, 24 saat içinde tam bir dolaşım hareketi yapacaktır. Bu da, 24 saat içinde Dünya'nın kendi ekseni çevresinde 360° döndüğünün kanıtlarından biridir.

Daha şaşırtıcı bir başka özellik de vardır: *Dış* halka ekseni çevresinde döndürülmek için bir dış kuvvetle uyarılırsa, buna karşı büyük bir *direnç* gösterir. Buna karşılık, kuvvet uygulandığı sürece *iç halka*, kendi ekseni çevresinde dönmeye başlar. Öte yandan, kuvvet uygulandığı sürece *iç* halka kendi ekseni çevresinde dönmeye başlar. Bu koşullar altında iç halkanın hareketine «presesyon» denir. İşlemi tersine de uygulayabiliriz; yani iç halka dönmeğe zorlanırsa, bu kez dış halka harekete başlar.

Bu hareketin yönünü önceden belirlemek için yalın bir kural vardır. Uyarımın, halkalardan herhangi birine paralel, ama ters yönlü bir kuvvet çifti biçiminde olduğunu düşünelim. Bu kuvvet çiftinin, tekerlek düzlemine dik doğrultuda uygulandığını varsayalım. Bu kuvvetlerden her birinin uygulama noktasının da, tekerleğin *dönme doğrultusunda* 90° kaydırılmış olduğunu düşünelim. Bu durumda ortaya çıkacak kuvvet çifti bileşkesinin doğrultusu, presesyon yönünü verecektir.

Oyuncak cayroskop: Oyuncak cayroskop, dönme ekseni metal bir halkaya tutturulmuş bir tekerlekten oluşur. Bu halkanın üstünde, eksenin yataklama noktalarında, dışa bakan iki topuzcuk vardır. Bunlardan birine, ip bağlamak için bir çentik açılmıştır. Böyle bir cayroskop, hem değişmez eksen doğrultusunda kalma özelliğini, hem de uyarılma durumunda presesyon özelliğini gösterir.

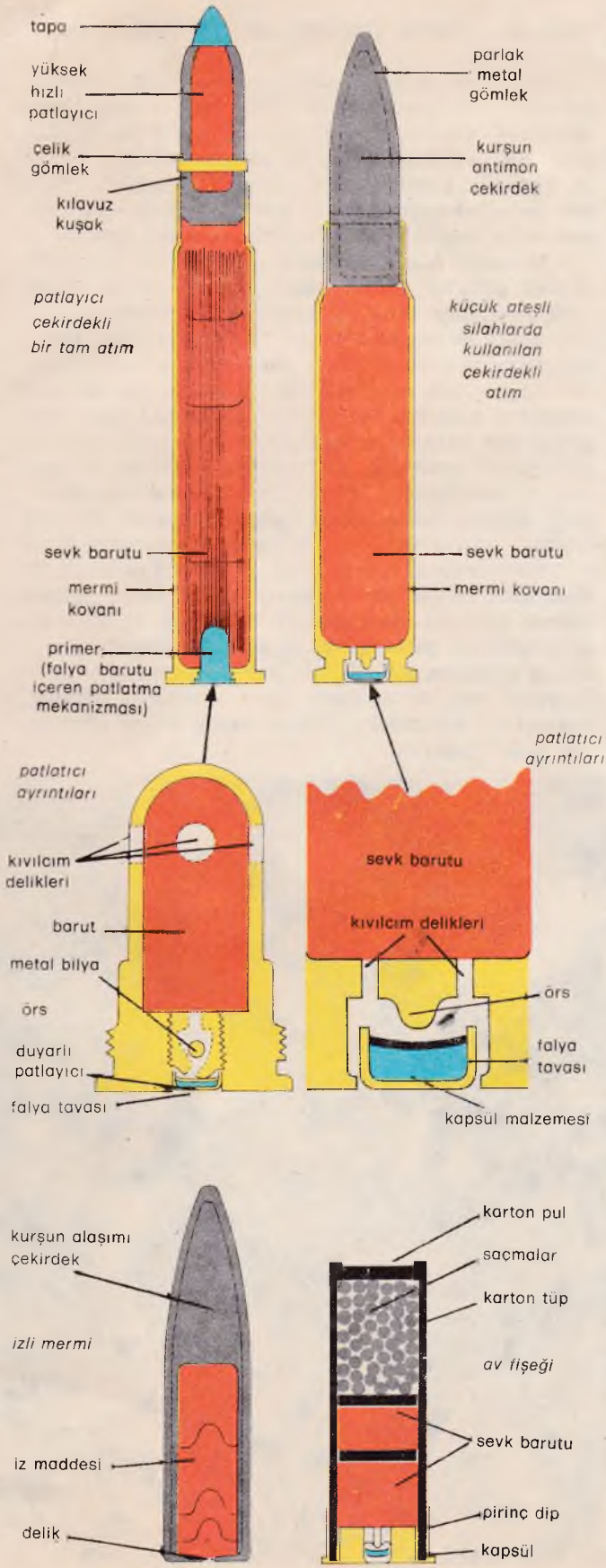
Örneğin, Eyfel kulesi biçiminde yapılmış küçük bir desteğin tepesine böyle bir cayro tekerinin yerleştirildiğini düşünelim. Tekerlek ekseni yatay düzlemde dönmeye bırakılırsa, ne kendisi düşer ne de kuleyi devirir. Hareket halindeki cayroskop, gergin bir sicimin üstünde ya da bir jiletin keskin ağzında dengede kalabilir. Cayroskop büyük ölçüde denizcilikte kullanılır. Dönme düzlemini değiştirmemesi özelliğinden ötürü, büyük gemilerin dengelenmesinde ve gene denizcilikteki bazı ölçme aygıtlarında (örneğin CAYROPUSULA ve EYLEMSİZLİKLE GÜDÜM sistemlerinde) uygulama alanı bulmuştur. Son uygulamalarda 5,1 ya da 7,6 cm çaplarındaki cayroskoplar, dakikada 50 000 devirlik bir dönme hızıyla döndürülebilmektedir.

CEPHANE

Küçük bir fişekten, on tonluk bir bombaya kadar tüm patlayıcı aygıtlar, temelde, «cephane» diye tanımlanmaktadır.

İçinde patlayıcı, sis, yangın ve aydınlatıcı maddeler bulunan askeri aygıtların yanı sıra, av tüfeği fişeği, imdat ve sinyal roketleri, mühendislik alanında kullanılan patlayıcılar, gözyaşı gazı gibi kimyasal maddeler, uçak koltuk fırlatma kartuşları, hattâ havai fişekler gibi bazı madde ve aygıtlar da, cephane kapsamına alınmaktadır.

1944'te A.B.D. ordusu için yapılmış 'Küçük David' adındaki 914 mm'lik dev havan topu. Bu silahın mermisi 1 680 kg ağırlığındaydı ve yeraltı koruganlarına karşı kullanılmaktaydı. Savaşın son zamanlarında yapıldığı ve çok büyük olduğu için, etkili bir silah olarak kullanılmamıştır. (üstte) Almanya'daki bir İngiliz ordu cephaneliğinin bir bölümü. Resimde görülen mermiler, İngiliz topçusu ve öteki NATO birlikleri tarafından kullanılan 115 mm'lik howitzer mermileridir. Howitzer'lerin atış menzili 14,5 km'dir. (altta)



Top ve tüfek mermilerinin detonatör ayrıntıları ile karşılaştırılması (üstte) ve bir izli mermi ile av tüfeği fişeği.(altta)

Patlayıcılar: Bütün cephaneler, değişik türlerde de olsa PATLAYICI maddeler içerir. Bunların patlamaları ve açığa çıkardıkları enerji, denetim altında tutulur.

Patlayıcılar, sıcak gaz ya da uçucu ürünlere çevrilebilen maddelerdir. Patlama sırasında, çevrelerinde apansız bir basınç oluştururlar. Bu olayın ortaya çıkış hızı, patlayıcı maddenin kesin uygulama alanını belirler. Yüksek hızlı patlayıcılar, genellikle, saniyenin milyonda biri kadar bir süre içinde tepkime gösterip, çevrelerinde şok dalgaları oluşturan apansız ve büyük basınç artışları oluştururlar. Bu tür bir basınç artışı ise, çok büyük bir güç oluşturarak, bir mermiyi, küçük ve öldürücü parçalara ayırır. Düşük hızlı patlayıcıların tepkimeleri ise daha yavaş, yani saniyenin birkaç binde biri kadar bir süre içinde olur. Bu tür patlamalarla ortaya çıkan basınç, mermilerin silahlardan atılmasında kullanılabilir.

Bombalarda, kara ve deniz mayınlarında, el bombalarında ve tahrip işlemlerinde kullanılan yüksek hızlı patlayıcılar, TNT, gelignit (jelatinli dinamit), heksogen, tetril ve PETN gibi maddelerdir. Dumansız barut ise, pekçok silahta itici güç olarak kullanılan alçak hızlı patlayıcılara tipik bir örnektir.

Silah cephaneleri: Silahlarda kullanılan cephanelerde, büyüklükleri ne olursa olsun, itici güç olarak kullanılan bir patlayıcı (sevk hakkı ya da barutu) ile bir mermi çekirdeği bulunur. Bu iki bölüm, bazı cephanelerde birbirine bağlı olarak yapılır; bazılarında da ayrı ayrı yapılıp, silahın doldurulusundan önce bağlanır; bazı türlerdeyse, silaha da ayrı ayrı yerleştirilir (ayrı-dolum). Kullanılacak cephane türünü belirleyen etmenler, gaz kaçmasını önleyiş biçimi ve silah namlusunun çapı ya da *kalibresi*'dir. Patlayıcı ya silahın namlusu dibine yerleştirilip bir blokla tıkanır ya da bir kovana doldurulur. Ateşlenen patlayıcının oluşturduğu basınç, arka taraftaki kapağı ya da kovanı genişleterek, arka bölümü bütünüyle tıkar. Mermi çekirdeği ise, namlu içine iyice oturduğundan, öne doğru bir gaz kaçışını önler. Silahın namlu çapı büyüdükçe, patlayıcı ve mermi çekirdeği de büyüyüp ağırlaşır ve bu durumda, bunların namlu içine (mermi yatağına) ayrı ayrı doldurulmaları gerekir.

Tam atım, hem itici güç sağlayan patlayıcı ya da sevk hakkını, hem de mermiyi (atılan cisim) kapsar. Atımı oluşturan bu parçaları içine alan kovan, genellikle %70 bakır, %30'da çinkodan yapılmaktadır. Bu alaşıma, bir seri kalıplamayla biçim verilir ve sertleştirilir. Mermi kovanı, yaklaşık 600°C ısıda tavlanarak, dip bölümünde kartuş kapağı ile fitili tutacak biçimde sert, orta bölümde, genişleyip mermi yatağının kenarını tıkayacak biçimde daha yumuşak, uçta da mermi çekirdeğini sıkıca kavrayabilecek kadar sert hale getirilir. Mermi yapımında, daha ucuz yöntemler, çelik, alüminyum ve plastik gibi maddeler kullanılmak-

1862 yılında, Londra'daki Woolwich Cephane fabrikasında top mermisi yapan işçiler. Bu gülleler, dökme demirden yapılmakta ve barutla doldurulmaktaydı. (üstte)
Birinci Dünya savaşı sırasında, İngiltere'de Chilwell silah fabrikasında bombaların denetimden geçirilmesi. Bombaların gömlekleri, dövme çelik ya da dökme demirdendi ve içleri ya kara barut gibi hafif patlayıcılarla ya da TNT gibi yüksek patlayıcılarla doldurulmaktaydı. Şarapnel bombaları, patlama sırasında çevreye saçılan küçük çelik parçalarla doldurulmakta, piyade ve süvari birliklerine karşı çok etkili olmaktaydı. (altta)

taysa da, bunların uygulama alanları oldukça sınırlıdır.

İtici gücü sağlayan sevk barutu, küçük parçacıklar biçiminde olduğu gibi, lifler ya da yanış hızını denetleme amacıyla, delikli bloklar biçiminde de olabilir. Bu patlayıcı, fünye ile ateşlenmektedir. Fünye ise horozun; kapsül üstüne vurmasıyla ateşlenir. Böylece oluşan kıvılcım, birkaç gramlık çok duyarlı patlayıcıyı, o dakovan içindeki sevk barutunu ateşler.

Mermiler, başlıca üç bölümden oluşur. İlk bölüm, yüksek patlayıcı, ikinci bölüm kılavuz kuşak, üçüncüsü de tapadır. Mermiler, genellikle, iyi nitelikli çelikten yapılır ve son biçimini üç ya da daha fazla işlemden sonra ve istenen toleransların sağlanması için, bazen de yeniden işlenerek alır. Merminin biçimi bazı etmenlere bağlıdır: Dengeli bir yol izlemesi için, merminin beş kalibreden daha uzun olmaması gerekir; sürtünmeyi azaltmak için düzgün, pürüzsüz ve dip bölümü aerodinamik direnci azaltacak biçimde olmalıdır. Kılavuz kuşak, gövdenin alt bölümüne, bir yive oturtulmuş olan bakır bir çemberdir. Bu kuşağın görevi, patlayıcının önünü tıkamak, merminin namluya iyi oturmasını sağlamak ve ateşlendikten sonra yivlere uyarak mermiyi döndürmektir. Merminin içi, TNT gibi yüksek bir patlayıcı ile doludur. Doldurma işlemi, erimiş patlayıcı, soğuduktan sonra hiç bir boşluk kalmayacak biçimde dikkatle içine akıtılarak yapılır. Normal bir mermideki patlayıcı oranı, mermi ağırlığının % 15'i kadardır.

Mermi yapımında, eklenen en son bölüm uçtaki tapadır. Bu parça merminin en tehlikeli bölümüdür. Tapanın ateşlemeden sonra oluşan yaklaşık 3 000 bar'lık basınçlara ve 20 000 g'lik ivmelere dayanabilecek güçte ve hedefe giderken patlamayacak biçimde yapılması gerekmektedir. Ancak, hedefe çarptığında görevini gerektiği gibi yapmalıdır. Bu bölümde de ateşleme, belirli bir sırayla olur: Bir tetik, detonatörü harekete geçirir: darbe etkisi, küçük bir çekirdek içindeki duyarlığı az, ama gücü yüksek bir patlayıcıyı patlatır: bunun etkisiyle de ana patlayıcı patlar. Tapa bölümü oldukça karmaşıktır ve tasarımları ateşleme ve uçuş güçlerine göre yapılır. Mekanizmaları şifreli kilitlere benzer: Yalnızca silahın verdiği bazı güçlerin birleşmesiyle çalışır, başka bir güçle uyarılmazlar.

Mermi yatağındaki mekanizmanın, arka tıkamayı sağladığı silahlarda yapılan ayrı doldurmalarda, sevk barutu, birbirlerine bağlanıp bir bez kılıf içine yerleştirilmiş barut çubuklarından oluşur. Kılıfın dibinde ise, içinde birkaç gramlık falya barutu bulunan küçük bir yastık vardır. Falya barutunun ateşlenmesi, mermi yatağına yerleştirilen küçük bir kapsülün çıkardığı kıvılcımla sağlanır.

Yarı bağlı ya da ayrı dolumlu atımlar, değişik mermi hızları gerektiren, örneğin, bir tepe ya da ağaçlık arkasındaki hedeflere karşı kullanılmaktadır. Bu tür atışlarda, ayrı ayrı torbalar halinde hazırlanmış olan sevk barutları, gerektiğinde azaltılıp çoğaltılabilmektedir.

Öteki cephane türleri: Bu temel cephane türleri, çeşitli amaçlarla kullanılmak için bazı değişikliklere uğratılmıştır. Küçük ateşli silahlarda kapsül içindeki barut, sevk barutunu ateşlemek için yeterli olduğundan, primer içine de patlayıcı koymak gerekmez ve mermi, parlak metal bir gömlek içindeki kurşun-antimon alaşımından yapılmış çekirdekten oluşur. Ateşleme sırasında bu gömlek, aynı zamanda bir tahrik kuşağı görevi yapar. ZIRH DELİCİ MERMİ'lerde ise çekirdek, kurşun alaşımı yerine, çelik ya da tungsten karbürden yapılır. İzli mermilerde de, mermi yolunun görülebilmesi için, merminin hedefe gidişi sırasında yanan bazı bileşikler bulunur. İzli mermiler, daha çok makinalı tüfek atışlarında hedefe isabetli atışlar yapılabilmesi için, normal mermilerin arasına karıştırılır.

Av fişeklerinde mermi çekirdeği, yerini, atış menziline ve istenen dağılıma göre çeşitli büyüklüklerde olan saçmalara bırakmıştır. Bu tür silahlar düşük basınçlarda ateşlendiklerinden, mermi kovanı pirinçten değil, kartondan yapılır. Yalnızca kovanın, kapsülü tutan dip bölümü pirinçtendir. Fişeğin uç bölümü, karton bir pulla kapatılmış ve iç bölümün nemlenmemesi için de iyice yapıştırılmıştır. Boş av fişeği, pirinçten olan dip gömlek içine oturtulur; sevk barutu da, karton bir kapakla örtülüp, fişeğin ucunun sıkılmasıyla korunur.

Ateşli silahlarda kullanılan mermiler, parça sayısının çokluğu nedeniyle karmaşıktır; ama alçaktan atılan ya da elle atılan türler, çok daha yalındır. Uçaklardan atılan BOMBA'ların gömlekleri oldukça incedir; ama bunlar 5-7 000 kg arasında yüksek patlayıcı taşırlar (patlayıcının bomba ağırlığına oranı, % 40 kadar olabilmektedir). Düşüşte dengeleri, kuyruklarındaki kanatçıklar ve aerodinamik biçimleriyle sağlanır. Bombaların tapaları, buruna olduğu gibi kuyruğa da takılabilir ve bazı durumlarda kullanılan zamanlı fünyeler, bombanın, hedefe vurduktan belirli bir süre sonra patlamasını sağlar.

EL BOMBA'ları ya da küçük silahlarla atılan bombalar, amaca göre, yüksek patlayıcılar, sis ya da gözyaşı gazlarıyla doldurulabilir. Bu tür silahlarda tapalar, genellikle, zaman ayarlıdır. Özel tüfeklerle atılan bombalar, namluya yerleştirilir ve özel bir kartuştan sağlanan gaz basıncıyla atılırlar.

MAYIN'lar, gerekli yerlere elle ya da mekanik yöntemlerle yerleştirilir ve hedefi, çarpma ya da parça etkisiyle tahrip edecek biçimde tasarımlanır. Bu tür silahlarda fitiller, amaca göre değişik biçimler alır. Deniz ya da yerde kullanılan tiplerin büyük çoğunluğu, yalnızca temasla patlar. Mayınların yapımında METAL DETEKTÖR'leriyle bulunmalarını engellemek için, çoğunlukla metal olmayan maddeler kullanılmaktadır.

CIVA

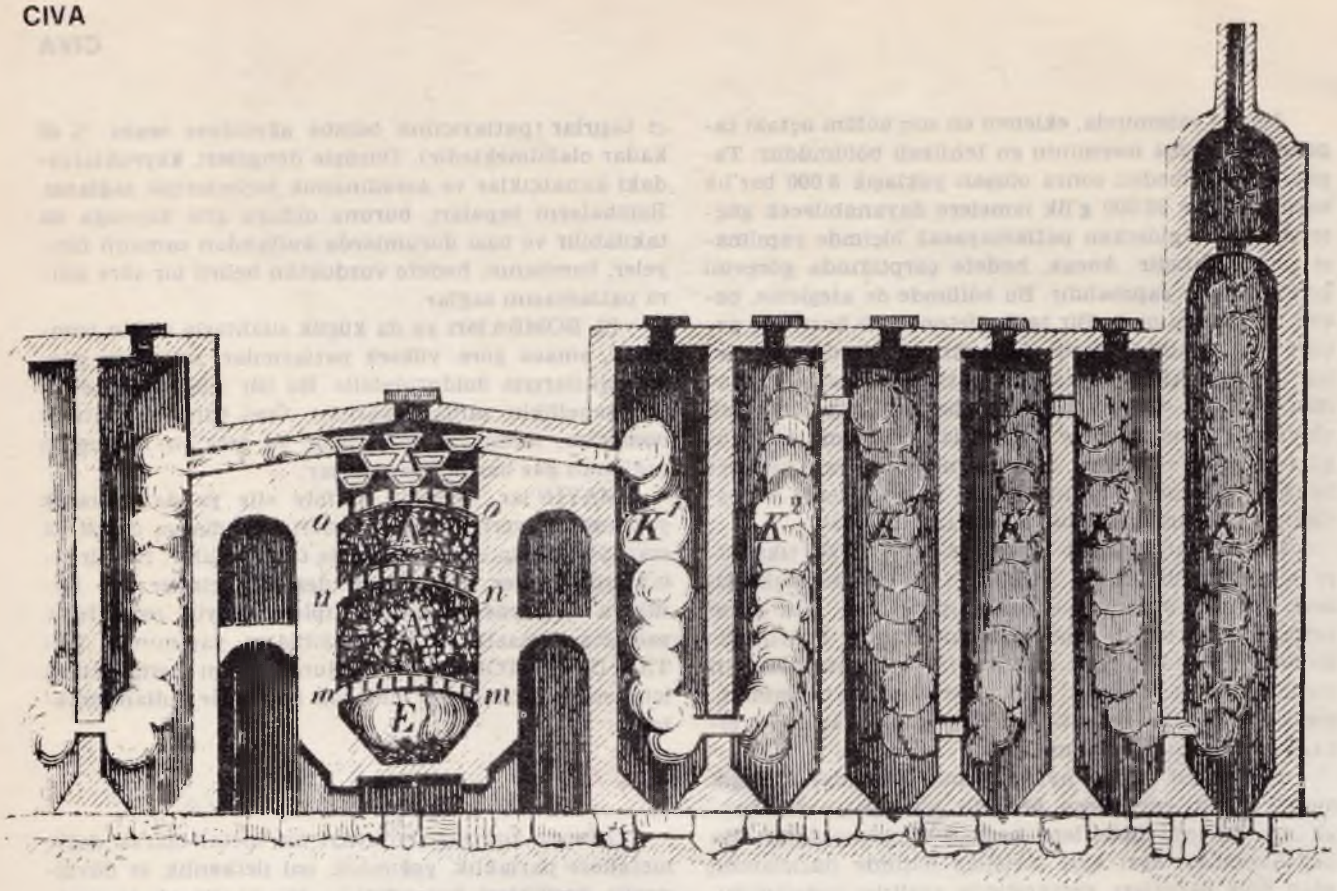
Ortaçağ simyacıları cıvayı bir metal olarak değil, metallere parlaklık, yoğunluk, ısıl iletkenlik ve dövülgenlik özellikleri kazandıran bir öz olarak tanıyorlardı. Metallerde, ısıtıldıkları zaman ortaya çıkan değişikliklerin bağlandığı ikinci temel bileşen de, KÜKÜRT'tü. Braune, Leningrad'da 1759'un soğuk bir kış gecesi dondurmayı başarana kadar (cıva —39°C'ta katılaşır), cıvanın bir metal olduğu kabul edilmedi. Kimyasal olarak cıva, PERYODİK ÇİZELGE'nin aynı grubunda yeralan kadmiyum ve ÇİNKO'ya benzer.

Doğada bulunuşu: Cıva, bazen, filizinin yeryüzüne çıkan tabakasında doğal damlacıklar halinde bulunur. Bu yüzden Tarihöncesi insanınca da bilindiği sanılır. Aristoteles (İ.Ö. 384-322), o zamanın tek önemli filizi olan zencefreden cıva özütlendiğinden söz eder. Zencefre, kırmızı renkte cıva sülfürdür (HgS) ve uzun bir süre sülyen boyasının hazırlanmasında kullanılmıştır.

Cıva istemi, 1557'de Meksika'da GÜMÜŞ'ün özütlenmesi için *amalgamalama* yönteminin geliştirilmesiyle arttı ve bu amaç için kaynak, Peru'daki madenlerden sağlandı. 1849'da, Kaliforniya'daki ALTIN'a hücumdan sonra gene istem artışı oldu ve bu, Kaliforniya cıva madenlerinin gelişmesiyle sonuçlandı. Hem altın, hem de gümüş özütleme işlemlerinde cıva *amalgamaları* (bk. resim) kullanıldı. Günümüzde A.B.D., Nevada, İdaho, Arizona, Oregon ve Alaska'daki madenleriyle hâlâ en büyük cıva üreticisidir.

Yeryüzü kabuğunda, örneğin PLATİN ve URANYUM'dan daha az bulunmasına karşın, cıva yataklarının derişikliğinin yüksek olması, bu metalin çok değerli sayılmamasına yolaçmaktadır.

Özütleme: Cıva, genellikle filizinin oksijenli bir ortamda kavrulması ve ortaya çıkan cıva buharının yoğunlaştırılmasıyla elde edilir.



XVIII. yüzyılın sonlarına doğru, İdria'da (bugün Yugoslavya'da) cıva üretimine yarayan bir fırın. A ocağı E fırınıyla ısıtılır; cıva buharı K bölmelerine geçer ve orada yoğunlaşarak toplanır. Cıva buharının bütünüyle yoğunlaşmasını sağlamak için su, en son bölmeye doğru akar.

$$HgS + O_2 \longrightarrow Hg + SO_2$$

zencefre oksijen cıva kükürt dioksit

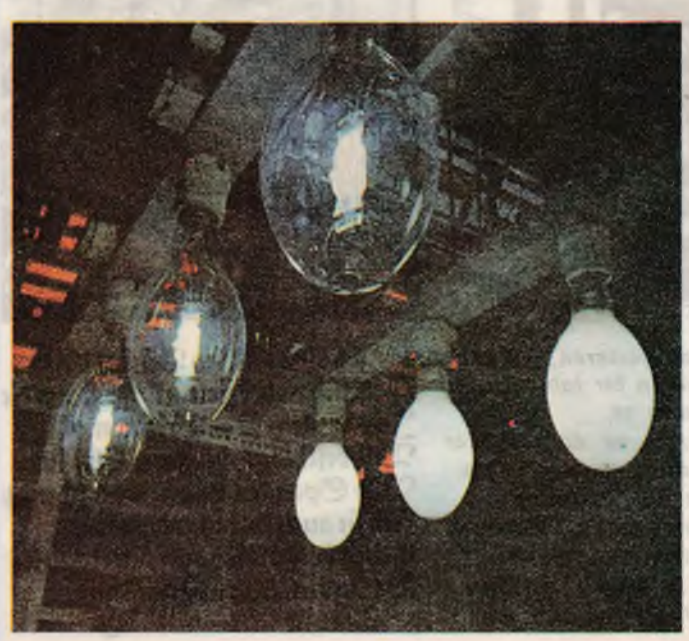
Oldukça kaba filiz, düşey şaftlı fırında kavrulabilir. Daha ince filizler ise, ocağın içinden havanın akmasını engellerler. Bu yüzden filiz tozunun şaft boyunca, birbirlerine 45° meyilli bir dizi tavadan düşerek ilerlediği ocaklar geliştirilmiştir. Günümüzde bütün filizi ince toz haline gelinceye kadar öğüttükten sonra fırında kavurmak, geçerli bir sistemdir. Bu kavurma işlemi, ya filizin bir ocaktan, dönen bıçaklı ikinci bir ocağa indirildiği çok ocaklı mekanik bir fırında, ya da dönme ekseni yatayla birkaç derece açı yapan uzun silindir biçimli döner fırında yapılır. İnce filizin kavrulmasında, oldukça büyük miktarda toz, fırın gazları yoluyla ocağın bacasına taşınır. Bu toz, yoğunlaştırma borularını tıkamaması için, alınır. Yoğunlaştırma borularında toplanan cıva, içindeki kurumdan, filtreden geçirilerek ayrılır. Bazı cıva bileşikleri içeren kurumdan, daha sonra, kireçle işlenerek metal alınabilir. Son olarak metal, vakumla DAMITMA yöntemiyle saflaştırılır.

Kullanım alanları: Cıvalı BAROMETRE 1643'te Torricelli, TERMOMETRE ise 1714'te Fahrenheit tarafından geliştirildi. Daha yakın dönemde cıva, birçok bilimsel aygıtta ve ev eşyalarında kullanım alanı buldu. Örneğin, doktorların kan basıncını ölçmek için yararlandıkları tansiyon aleti (Bk. MANOMETRE) ve kapalı ŞALTER'lerde cıva kullanılır. Başka bir kullanım alanı da, yüksek akım söz konusu olduğunda alternatif akımı doğru akıma çevirmek için yararlanılan cıva arklı REDRESÖR'dür. Ancak bu tür aygıtlar, giderek, yerlerini yarı iletken aygıtlara bırakmaktadır. Cıva buharının içinden geçen elektrik deşarjıyla oluşan parlak mavi-beyaz ışık ise, floresan lambalarının temelini oluşturur (Bk. DEŞARJ TÜPÜ).

Cıvalı alaşımlara *amalgam* denir. En çok bilinen amalgam %69,4 gümüş, %3,6 bakır, %0,8 çimento ve %26,2 kalay içeren bir alaşım ile cıvayı karıştırarak yapılan ve diş dolgularında kullanılan amalgamdır. Sıvı ile katı halleri arasında yayınma oluşurken, dolgu 'tutar.' Cıvanın amalgam oluşturma özelliğinden, altın ve gümüş özütlemede yararlanılır. Cıva, tuzlu suyun ELEKTROLİZ'iyle KLOR üreten pillerde katot olarak kullanılır. Katotta açığa çıkan sodyum, hemen bir amalgam oluşturur ve sud kostik (sodyum hidroksit) olarak alınır. Cıvanın talyum metaliyle oluşturduğu amalgamın, cıvadan daha düşük bir erime sıcaklığı (—60°C) vardır; bu yüzden, düşük sıcaklık termometreleri yapımında kullanılır. Cıvalı PİL'lerin güçleri öteki pillere oranla daha çok, ömürleri de daha uzundur. Boyutlarının çok küçük tutulması gereken aygıtlarda, örneğin duyma aygıtı ve fotoğraf makinasının ışık ölçülerinde, bu piller kullanılır. Cıvalı piller-

Bir cıva arklı redresör. Havası boşaltılmış cam ampulde bir cıva havuzu (altta) vardır. Cıva katot olarak görev yapar ve yardımcı elektrot, cıvanın yüzeyinde bir ark oluşturur. Ark, artı yüklü bir anoda çekilen bir elektron dumanı oluşturur (resimde gösterilmemiştir). Elektronlar yalnızca katotta oluştuğu için, redresörün içinde yalnızca bir yönde hareket edebilirler. (üstte)

Cıvalı deşarj lambası. Bunlar, genellikle tehlikeli boyutta yüksek akımın oluşmasını engelleyen dirençle, bir alternatif akım kaynağıyla çalıştırılır. (altta)



de anot, cıva ile çinkonun amalgamıdır; katot da yaklaşık % 5 grafit ile karıştırılmış cıva oksit'ten (HgO) oluşmuştur.

Cıva bileşikleri, sınırlı ölçüde de olsa, endüstri ve tıp alanında da kullanılır. Cıva sülfat ($HgSO_4$), asetilen ve sudan asetaldehit (Bk. ALDEHİT) elde edilmesinde bir *katalizör* işlevi görür. Bakır, cıva ve iyot'tan oluşan kompleks tuz $Cu_2(HgI_4)$, ısıtılınca renk değiştiren bir ısı belirtecidir. Cıva fülminat, $Hg(CNO)_2$, sürtünme ve şoka çok duyarlı olduğu için PATLAYICI'larda ateşleyici olarak kullanılır. Cıva ve bileşikleri, zehirli olmaları nedeniyle günümüzde daha az kullanılmaktadır; ama *kalomel* (Hg_2Cl_2) gibi bazı cıva bileşiklerinden mikrop kırıcı olarak yararlanılır. Fenil cıva asetat (PMA), mantarların büyümesini engellemek için tohumluk tahıllara püskürtülür. Aynı zamanda kağıt fabrikalarında balçık oluşmasını, duvar kağıdı yapıştırıcılarında mantar oluşumunu ve çayırlarda kalın otların büyümesini engellemek için kullanılır.

Zehirliliği: Cıva, özellikle cıva buharı ve cıva bileşiklerinin büyük bölümü zehirlidir. Bu nedenle, genellikle çevre kirlenmesi açısından tehlikeli olduğu kabul edilir. Fenil cıva asetat ile işlem görmüş tohumlar, İsveç'teki sarı yelve kuşu soyunun yok olmasına yolaçtı ve bu yüzden 1960'da yasaklandı. 1971 yılında ise, gene bu bileşikle ekim için hazırlanan tahıllık tohumu yiyen yüzlerce Iraklı öldü. Yakın zamanda buna benzer bir başka hata yüzünden, Avrupa'da binlerce damızlık hayvanın zorunlu olarak öldürülmesi gerekti.

CİLTÇİLİK

Cilt, sayfaları bir arada tutmaya ve korumaya yarar. BASIM endüstrisinde kullanılan ciltleme çeşitleri ikiye ayrılır: Okunurken açık durabilen kitaplar için *tipo* ciltleme biçimi; sürekli açık durabilen defterler için *kırtasiye* biçimi. Tipo ciltleme de (bu ciltleme biçiminin, TİPO BASKI ile ilgisi yoktur) kendi içinde üçe ayrılır: *Kitaplık* tipi; *baskı* tipi; *perfekt* tip.

1980'lerde bile, perfekt ciltleme biçimi dışında, hiç bir ciltleme yöntemi bütünüyle otomatikleşememiştir. Günümüzde ciltçilik, yüzlerce yıllık el işçiliğinin makinalaşmış biçimleri olan otomatik ve yarı otomatik makinalarla yapılmakta ve hâlâ çok miktarda el emeğine gereksinme duyulmaktadır.

Kitaplık tipi ciltleme: Bu tip ciltlemede, kitapların sürekli kullanıma dayanabilmesi için, bez ya da deri kapaklar kullanılır. Kitap, dergi ve benzeri yayınların sayfaları teker teker değil, bir kağıdın iki yanına dizilmiş 32, 16, 12, 8 ya da 4 sayfa olarak basılır. Makinalar, bunları katlayıp kestikten sonra 64, 32, 24, 16 ya da 8 sayfalık bölümler (ya da *formalar*) haline getirir. Bölümler, kitapta yeralacakları sıraya göre, bir harman makinasındaki sepetlere gönderilir. Çalışması için birkaç teknisyen gerektiren bu makinalar, belli sayıdaki formaları, hareketli bir bant üstünde, döner tutaçlar ya da maşalar yardımıyla kitap haline getirir. Böyle bir makina, saatte 5 000 kitap çıkarabilir.

Formalar bir araya gelince, sayfaların sırası kont-

rol edilir, bir preste sıkıştırılır ve yarı otomatik bir makinada dikilir. Kitaplık tipi ciltlemede, cildin daha dayanıklı olması için, sırt bölüme makinayla üç ya da dört şerit eklenir. Kitabın sırtı, sırt şeritlerinin daha iyi yapışmasını sağlamak için tırtıklandırılır. Cilt kapağının dayanıklılığını artırmak için kitabın ilk ve son sayfalarını astara yapıştırmak ya da dikmek gerekir.

Kitabın sırtına esneyebilen bir yapıştırıcı ya da polivinil asetat çözeltisi (plastik tutkal) sürülür. Bu işlem, elle çalıştırılan ve yapıştırma için ruloları ve fırçaları olan bir makinayla yapılabildiği gibi, yapıştırıcıyı süren ve kurutan tam otomatik bir makinayla da yapılabilir. Kitap, üç bıçaklı bir giyotine sokularak, sırt bölümü dışındaki kenarları düzeltilir ve *kambura* işlemi için hazır olur. Kambura işleminde kitabın sırtına dışbükey, iç kenarına ise içbükey bir biçim verilir.

Cilt üstünde daha sonra kaymaların ortaya çıkmaması için, yuvarlaklaştırılan sırt *ezilir*, yani bölümlerin sırt kenarları dövülerek *dudak* denen küçük çıkıntılar oluşturulur. Eskiden çekiç kullanılarak yapılan bu işlem, günümüzde, büyük bir merdane ya da levhası bulunan özel bir ezme makinasıyla yapılmaktadır. Günümüzde, saatte 350 kitap işleyebilen hidrolik makinalar, kambura ve ezme işlemlerini birlikte yürütür

Kitaplık tipi ciltlemede kullanılan kapaklar, iki parça mukavvadan oluşur. Biri kalın, biri ince olan bu iki mukavva, astarlar ile dikiş şeritlerini tutabilmesi için, ince bir aralık bırakılarak birbirine yapıştırılır. Astar ve şeritler, aralığa yerleştirildikten sonra tutkallanır. Bir başka kapak tipinde, üstünde dikilmiş bölümleri bir arada tutan kirişlere uyan delikler bulunan mukavvalar kullanılır. Kirişler bu deliklerden geçer ve çekiçle dövülerek preslenir. Kapaklar takıldıktan sonra, artık kitap kaplanabilir.

Kitap kaplamada maroken, dana derisi, çirişli pamuk bez, yapay deri, naylon ve bez kullanılır. Eğer kapak bütünüyle deri ya da başka bir nitelikli gereçten yapılmışsa *tam ciltli*, köşeleri ve sırtı deriden yapılmışsa *yarım ciltli*, yalnız sırtı deriyle kaplanmışsa *çeyrek ciltli* diye adlandırılır.

1825 yılına kadar tipo ciltleme böyle (ustaların yüzyıllardan beri yapmakta olduğu gibi) yapıldı. 1835 yılında, ciltlemede otomatikleşmeyi sağlayan, kapakları ayrı yapma *(taslama)* düşüncesi ortaya atıldı. Modern bir kapak taslama makinası, mukavva ve bez bıçakları ile kapak yapma bölümlerinden oluşur. Cilt gereci makinaya, rulo halinde makaralarla verilir.

Baskı tipi ciltleme: Eskimiş kitapların onarımı ve sınırlı sayıda basılan kitapların ciltlenmesi dışında, kitaplık tipi ciltleme, yerini, baskı tipi denen ciltleme yöntemine bırakmıştır. Bu yöntemde, makinalar sürekli üretimi sağlamak için, gereç taşıyan konveyörlerle birbirine bağlanır. Kapaklar ayrı hazırlandığın-

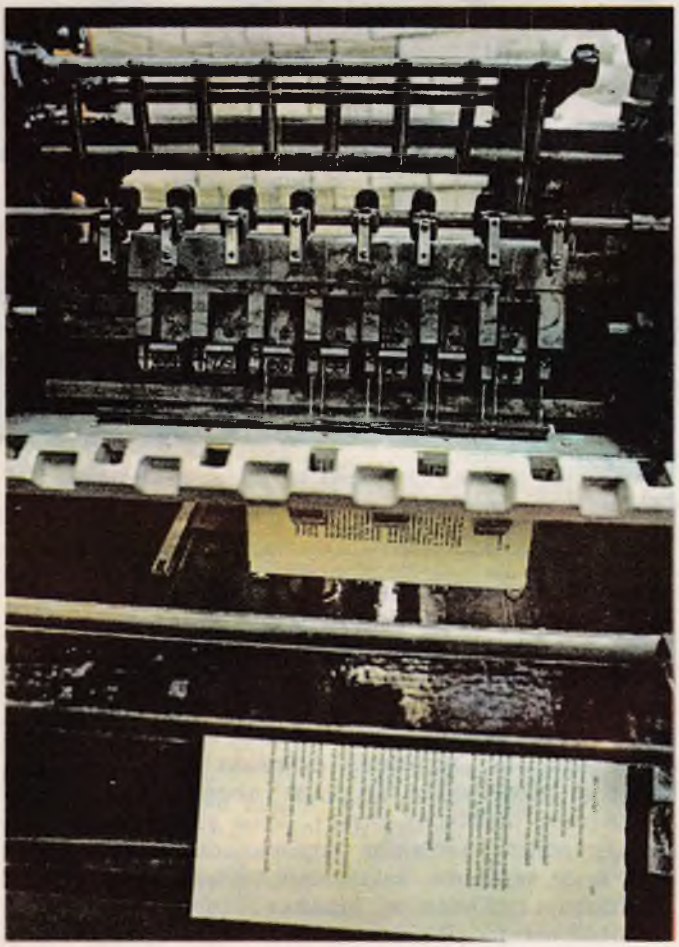
XIX. yüzyılın ortalarında bir ciltçi atelyesinin genel görünüşü. Solda, bitmiş kitapları sıkıştırmaya yarayan büyük presler; ortada, önde kitap kenarlarını rendeyle düzelten bir işçi, arkasında kapağa büyük bir fırçayla tutkal süren bir işçi; sağda, kitaba çekiçle yaldız yapıştıran bir başka işçi. (üstte solda)

Bir ciltçiyi işbaşında gösteren, 1568 yılından kalma oyma tahtadan bir tablo. (üstte sağda. Şiirin anlamı şu: Kitapları ciltlerim/bir ya da çok/ister dinsel olsun ister din dışı/ister küçük ister büyük ya da düz tahtadan / ister altın kirişli ister tokalı / süslemeli / bir yandan düzeltirim / bazen de kenarları süslerim yaldızla / ceplerim dolar fazladan parayla.

Ich bind allerley Bücher ein/
Geiſtlich vnd Weltlich/groß vnd kle
In Perment oder Bretter nur
Vnd beſchlags mit guter Clauſur
Vnd Spangen/vnd ſtempff ſie zur z
Ich ſie auch im anfang planier/
Etlich vergůld ich auff dem ſchnitt/
Da verdien ich viel geldes mit.
G

Basılmış kağıtların bir katlama makinasından üstteki kağıdın bozulmamasını sağlayan hava jetleri yardımıyla geçişi. (üstte solda)

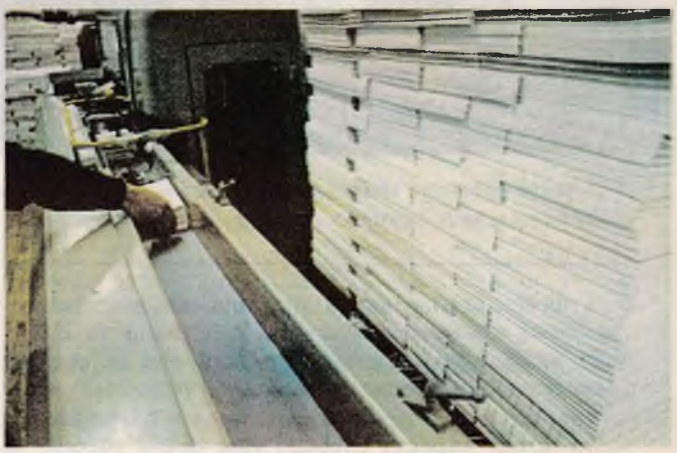
Formaların toplanarak sıraya sokulması. Harmanlama aşamasında, sepete giren değişik formaların makina tarafından düzgün sırayla alınıp alınmadığı dikkatle denetlenir. (üstte sağda)

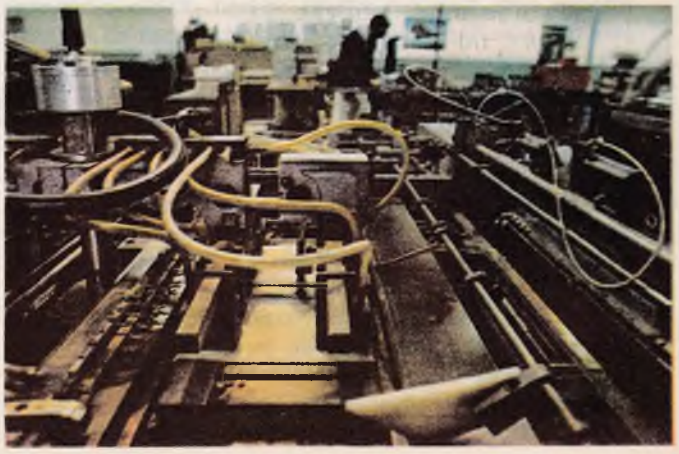


Formaların dikilişi. (üstte)

Dikilmiş forma bloklarının, aynı anda üç bıçakla düzeltilmek için Alman malı bir Kolbus makinasına girişi. Arkadaki öteki makinalar, kitaplara sırasıyla sırt yapıştırma, kapak takma ve presleme işlemlerini yaparlar. (sağda üstte)

İlk sayfa kapak mukavvalarına astar yapıştırılışı. (sağda altta).





Daha önceki sayfalarda görülen katlama makinasının daha küçük bir benzeri.(solda)

Yarı otomatik bir makinada formaların birbirine dikilişi. Kapağın sırtı, üst taraftaki makaradan gelen şeritlerle güçlendirilir. Dikişte kullanılan iplik, sağ üst köşedeki makaralardan gelir. (sağda)

Şeritlerin uçlarının iplikle düğümlenişi.Kitap kenarları düzeltilmiş, sırtı boyunca tırtıklar açılmıştır. (üstte)

Kitaba sırt verme (kambura) işlemi. Sırta dışbükey bir biçim verilir ve çekiçle ezilir. (üstte)

dan, sürekli üretim olanaklıdır, ama tam otomatikleşme henüz sağlanamamıştır. Harman çekme ve dikim, tıpkı kitaplık tipi ciltlemede olduğu gibi yapılır. Bu işlemlerden sonra kitap bir *kaplama* (ciltleme) makinasına girer. Kapak astarları kitaba yapıştırıldıktan sonra, kitap, kapağın durduğu yere doğru yükselir ve kitabın sırtı, kapağın sırtına yapışır. Kitap mukavvaları da, astarların üstüne düşer ve yapışır. Kapakları takılan kitap, makinadan çıkarak bir prese girer.

Perfekt tipi ciltleme: Günümüzün en gelişmiş ciltleme makinaları, kağıt kapaklı kitap üretmede kullanılan *perfekt* tipi ciltlemede kullanılmaktadır. Kağıt cilt, dikişliler kadar sağlam olmamakla birlikte, otomatikleşme derecesi ve hızı bakımından en ekonomik olanıdır. Baskıdan çıkan bölümler, hareket eden bir bantla taşınırken, otomatik olarak toplanır ve sayfalar sıraya konur. Kitap sırtı, düzeltilerek tırtıklandırılır. Sırta bez yapıştırıldıktan sonra, kağıt kapak tutkallanır. Son düzeltme, üç bıçaklı bir giyotinle bir anda yapılır.

Başka yöntemler: Katalog ve not defterleri için kullanılan ve pek dayanıklı olmayan bir yöntem de, *mekanik ciltleme*'dir. Sayfaların bir kenarında açılan deliklerden metal ya da plastik bir tel, spiral ya da tarak biçiminde geçirilir. Karşılıklı dişleri birbirine geçerek kapanan taraklar, gerektiğinde, aradan bir sayfa çıkarmayı olanaklı kılacak biçimde açılabilir. Daha yalın ve ucuz yöntemler arasında, telle zımbalama yöntemi sayılabilir. Zımbalama *kalamazo*, *üstten zımbalama* ya da *sırt dikişi* biçiminde olabilir. Kalamazo zımbalama, bölümlerin birbiri içine girdiği dergi ve benzeri yerlerde kullanılır. Zımbalanacak dergi, ortadan açılır ve kesme makinasının tablasına oturtulur. Bir makaradan gelen tel, arkadan sokularak, tıpkı tel zımbada olduğu gibi, ucu birbirine doğru kıvrılır.

Ayrı ayrı formaları bir araya getirmek için de, *sırt dikişi* denen yöntem kullanılır. Tel, sayfaların kenarından önden arkaya doğru geçirilir ve iki ucu birbirine doğru kıvrılır. Benzer bir yöntem de, *kenar-saplama*'dır. Kısa olan teller, sayfaların tümünü bir yüzden öbür yüze kadar delemediği için, iki yüzden ayrı ayrı zımbalanır.

Kırtasiye tipi ciltleme: Defterikebirlerin ve muhasebe defterlerinin bütün sayfaları birbirinin aynı

Geniş mekanik bir giyotinle kapak mukavvalarının kesilişi. (solda)
Kapak yapımı. Mukavvalar esnek bantlarla birbirine tutturulur. Bu bantlar, sırtın «dudak» denen çıkıntılarının, dışbükey biçimini koruyabilmek için kitap kalınlığından biraz daha kalın tutulur. Kapaklar elle yapılır (sağda)

Kapakların yerleştirilmesi. Üstün nitelikli kitaplarda, sırt boyunca uzanan şeritler ve astar kenarları, mukavvaların kenarındaki yarıklara sokulur. (üstte)

Son aşama. Kitabı tozdan korumak için saydam bir kap (şömiz) geçirilmesi. (üstte)

olduğundan, karmaşık toplama ve harmanlama işlemlerine gerek yoktur. Sayfalar yalnızca katlanır ve güçlü şeritlerle makinada dikilir. Sayfa boyları büyük olduğundan, forma dışları pamuk ipliğiyle takviye edilir. Astarlar da, linotip ciltlemede olduğundan daha kalındır. Sırt tutkallanıp, üç kenarı düzeltildikten sonra, defter, sırasıyla sırt verme ve pres makinalarına gider.

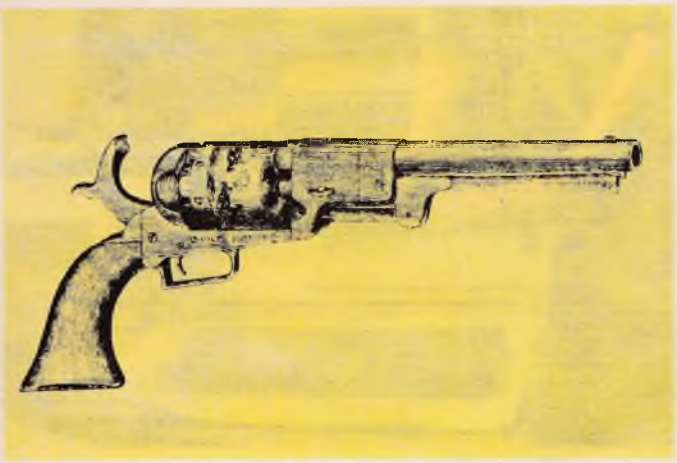
Astar gereci olarak deri, bez ya da branda kullanılabilir. Kapak mukavvalarını sertleştiren bir madde, kitabın sürekli açık durmasını sağlayan *körük*'e uygulanır. Körük, kat kat mukavva ve kağıttan oluşur. Kitabın sırtını sıkıca kavrayarak kapaklara bitişir. Son olarak da, kaplama gereciyle astarlar yapıştırılır.

Klasör tipi gevşek ciltleme yönteminde, dikme ve yapıştırma yoktur. Ucuzluğundan dolayı bu yöntem, kırtasiye tipi ciltleme alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde sayfalar ya iki ağır kapak arasına sıkıştırılır ya da açılıp kapanabilen halkalar yardımıyla kapaklara tutturulur.

CİN ÜRETİMİ Bk. İSPİRTOLU İÇKİLER

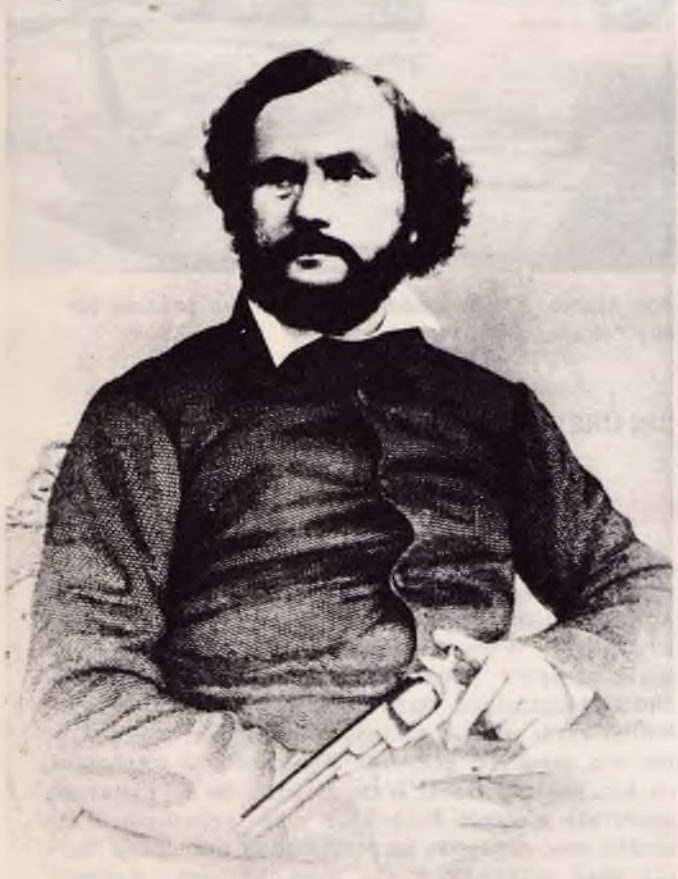
COLT, SAMUEL (1814-1862)

Samuel Colt, A.B.D'li bir silah yapımcısıdır. Ateşli silahlar tarihinde hâlâ en ünlü olma niteliğini koruyan tabancalar, onun buluşudur. Colt'un babası işadamıydı: Ware'de (Massachusetts) ipekli dokuma işiyle uğraşırdı. Ateşli silahları az çok tanıyacak biçimde yetiştirilmiş olan Samuel Colt'un bilime yatkınlığı vardı ve ipek dokuma üretimindeki makinalaşma ona etkileyici geliyordu. Bu konudaki yeteneğini, ilk kez, yakınlarındaki Ware gölünde, bir sal'ı «havaya uçurarak» gösterdi. Sırılsıklam olan seyircilerin öfkesinden onu, sualtında gerçekleştirdiği patlamaya hayran olan mühendis Elisha Root kurtardı. Amherst Akademisine gönderilen Colt, patlayıcılara duyduğu ilgi yüzünden okulun bir bölümünü harabetti ve kovulacağını düşünerek okuldan ayrıldı, Boston'dan bir gemiye binip kaçtı ve denizci oldu. O sırada on altı yaşındaydı.



Bu eski Colt marka altı-patların patenti 1838'de alınmış, 1839-1850 arasında daha da geliştirilmişti. Bu silahlar Meksika savaşında kullanıldı. (üstte)

Samuel Colt. Döner toplu tabancasının temel ilkesi bir geminin çapa mekanizmasına dayanarak geliştirilmiş ve patenti 1835'te alınmıştı. (altta)



Colt, Kalküta'da, Elisha Collier tarafından yapılmış bir toplu tabanca (revolver) gördü. Mekanizması ilkel ve yetersizdi. Gemiye döndüğünde, çapayı yukarı çekmeye yarayan mandal ve dişli mekanizmasına bakarak, Collier'inkinden daha iyi işleyen bir tahta tabanca yaptı. Yurda döndüğü zaman, babasının desteğini de sağlayarak, tabanca yapımına başladı. Bu iş için gerekli parayı kazanma amacıyla gezici bir gösteri düzenledi ve güldürücü gazın etkilerini sergiledi.

1835'te revolver tasarımını tamamlamıştı. Önce İngiltere ve Avrupa'da, ertesi yıl da A.B.D'nde patent aldı. Patterson'da (New Jersey), Patterson Silah Üretimi Şirketi'ni kurdu ve 36 kalibrelik beş-patlar üretmeye başladı. Colt bu silahın seri üretimini gerçekleştirmeyi ummuştu; ama makina için gerekli yatırıma yeterince destek bulamadı. Elle yapılan silahlar ise pahalı oluyor ve kısıtlı sayıda sipariş alınabiliyordu Şirket bu yüzden 1842'de iflas etti.

Colt daha sonra, hükümet hesabına, sualtı MADEN'lerinde çalıştı. Bu madenlerde ateşleme yapmak için kullanılan ilk başarılı sualtı kablolarını geliştirdi. Ancak, başarıyla sonuçlanan deneylere karşın, hükümet gereken ilgiyi göstermedi. 1843'te, New York ile Coney Island arasında ilk sualtı TELGRAF bağlantısını kurdu.

Bu arada Meksika savaşı başlamıştı. 1847'de Colt tabancalarının hızlı ateş etme kapasitesini beğenen Texas ordusu, bunlardan 1 000 tane ısmarladı. İlk üretim araçları satılmış olduğu için Colt, Eli Whitney'in silah şirketini kiralayıp, yeni tasarımını orada gerçekleştirmek zorunda kaldı. Sipariş tamamlanınca Connecticut'daki Hartford kentinde, Colt Patentli Silah Şirketi'ni kurdu ve eski arkadaşı Elisha Root'la birlikte seri üretime başladı.

Bazen Colt'dan REVOLVER'in bulucusu olarak söz edilir; ama gerçekte bu tür silahlar ondan yıllarca önce yapılmıştır. Onun en önemli katkısı, toplu tabancanın seri üretime dayalı tasarımını geliştirmiş olmasıdır. Bu alanda, bir mühendis olan Elisha Root'un katkısı çok önemlidir. Root, o zamana kadar görülmemiş sayıda takım tezgahının ve donanımın tasarımını yaptı. İki arkadaş, birlikte seri üretimin temel ilkesini, yani değiştirilebilir parçalar üretimini ortaya koydular. A.B.D. endüstrisi hızla geliştiği ve yeterli sayıda işçi bulunamadığı için, yeni çıkan makinalar hemen uygulamaya konuluyordu.

Tabancaları dünya çapında ilgi çekince Colt, kendisini zengin eden ve günümüzde de aynı yerde varlığını sürdüren daha büyük bir şirket kurdu. İç Savaş'ta, fabrikasının her zamankinden daha çok çalıştığı bir sırada öldü; ama silahları, özellikle de ordu için üretilen ve Peacemaker (Barıştırıcı) takma adı verilen 45 kalibrelik, kurma horozlu revolver önemini sürdürdü.

COPERNİCUS Bk. KOPERNİK

COULOMB, CHARLES DE (1736-1806)

Charles Augustin de Coulomb bir Fransız bilgindir. Elektrik üzerine yaptığı önemli araştırmalar nedeniyle, bir ELEKTRİK birimine onun adı verilmiştir

(bir *Coulomb*, bir Amper değerindeki akımın bir saniyede taşıdığı elektrik miktarıdır).

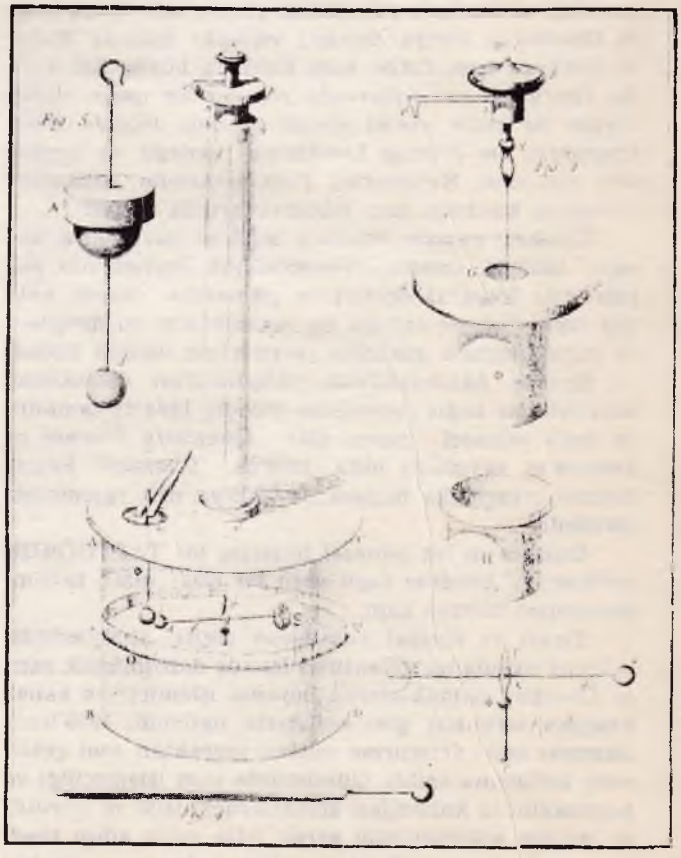
Soylu bir aileden gelen Coulomb, iyi bir eğitim gördü ve matematiğe büyük ilgi duydu. İstihkam okulunu tamamladıktan sonra, istihkam mühendisi olarak orduya girdi. Birkaç yıl Martinik'te çalışan Coulomb, 1779'da Paris'e döndü ve 1781'de Fen Akademisi'ne seçildi. Fransız Devrimi sırasında Paris'ten çıkmağa zorlandı; emekli oldu, arkadaşı ve meslektaşı J. C. Borda (1733-1799) ile birlikte Blois'ya yerleşti. Araştırmalarını orada sürdüren Coulomb, 1802'de eğitim müfettişliğine atandı.

Coulomb'un ilk deneyleri (1773), maddenin kırılması için gerekli gerilmeleri içermektedir. Bu çalışmalar, sonraları, mühendisliğin önemli alanlarından biri olan mukavemet dalının temellerini oluşturdu. Coulomb, kendisine ün kazandıran, elektrik ve MAGNETİZMA üzerindeki çalışmalarını ise, 1785-1789 yılları arasında yayımladı.

Magnetik PUSULA konusundaki incelemeleri sırasında, pusulanın üstünde döndüğü eksen ile gösterge arasındaki sürtünmenin önemli, yanılgılara yolaçabileceğini kanıtladı. Bu özürleri ortadan kaldırabilmek için, iğnesi ince bir ipliğe bağlanıp sallandırılabilen bir pusula geliştirdi. İplikte oluşan burulma kuvvetinin de, Yer'in magnetik alanı ile orantılı olduğunu gösterdi. Bu buluş, çok küçük kuvvetlerin ölçülmesinde kullanılan burulma TERAZİ'sinin geliştirilmesine yolaçtı (İngiliz yerbilimcisi John Michell, 1750'de, Coulomb'dan habersiz olarak bir burulma terazisi geliştirdiyse de, Yer'in çekim alanı için yaptığı denemelerde başarılı olamadı).

Burulma terazisi, Coulomb'u daha önemli buluşlara götürdü. Elektrik yüklü iki küreyi, burulma terazisinin bulunduğu ortamda yaklaştırıp uzaklaştırarak, elektrik yüklerinin oluşturduğu kuvvetin uzaklıkla bağıntılı olduğunu kanıtladı. Mekanik aygıtlardaki sürtünmeleri araştırdı ve bunun yağlamayla giderileceğini anlayarak, yağlama kuramını oluşturdu. Magnetizma üzerindeki çalışmalarıyla birlikte mekanik çalışmalarını, 1779'da, Yalın Makinalar Kuramı adı altında yayımladı.

1784-1789 yılları arasında çeşitli devlet dairelerinde görev aldı: aynı zamanda da *elektrostatik* ve magnetizmayla ilgili araştırmalarını sürdürdü. 1785'te, günümüzde, «Coulomb yasası» adı verilen yasayı ortaya koydu. Bu yasaya göre, aralarında belli bir uzaklık bulunan iki elektrik yükü birbirlerini iterler ya da çekerler. Bu çekme ya da itme kuvveti, yük miktarlarının çarpımıyla doğru, aradaki uzaklığın karesiyle ters



Coulomb'un burulma terazisi. Kürelerin hareketi, kenardaki cetvelden okunabilir. Hava akımlarının etkilerini önlemek için aygıt, cam fanusla örtülmüştür.

orantılıdır. Bu denklem NEWTON'un kütle çekimi denklemine çok benzemektedir.

Coulomb, ayrıca, Blois'da bir kütleye yüklenmiş statik elektrik yüklerini inceledi ve bunların kütlelerin yüzeyi üstüne yayıldıklarını kanıtladı. Ayrıca magnetik kuvvetlerin de, tıpkı statik elektrikli kütleler gibi uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak etkide bulunduklarını gösterdi (Henry CAVENDİSH, Coulomb'un çalışmalarından bir bölümünü yazarak çoğalttı, ama bunlar 1879'a kadar basılmadı). Coulomb'un elektrik ve magnetizma arasındaki ilişkiyi ortaya koyan buluşları, sonraları OERSTED ile Poisson tarafından doğrulandı ve AMPÈRE'in elektrodinamik çalışmalarına yolaçtı. Coulomb'un tüm çalışmaları dikkatli gözlemlere dayandığından, büyük ve temel yenilikler getirmiştir.

CROOKES, WİLLİAM (1832-1919)

İngiliz bilim adamı William Crookes, kimya ve fizik dallarında yaptığı araştırmalarla ün kazanmıştır. Yaşadığı çağda bilginler bugünkü gibi tek konuda uzmanlaşmazlardı. Crookes, çağdaş bilginlerin ilk örneklerindendir. Krallık Koleji'nin kimya bölümünü bitirdikten sonra, Oxford'da Radcliffe Gözlemevi'nin meteoroloji bölümünde yöneticilik görevi aldı. Daha sonra Chester'de kimya dersleri vermeğe başladı. Yaşamı boyunca hem fiziğe, hem kimyaya büyük ilgi duydu. Ömrünün son yıllarında yeralan bir olaya kadar saygın bir bilim adamı olarak tanındı. 1856'da Ellen Humphrey ile evlenip Londra'ya yerleşti ve hemen tüm yaşamını, Kensington Park civarında, babasının mirasıyla kurduğu özel laboratuvarında geçirdi.

Crookes, yaşamı boyunca bilimsel yayımlarla uğraştı. 1857'de, Londra Fotoğrafçılık Derneği'nin yayımladığı fotoğraf dergisinin çıkmasına büyük katkısı oldu. Çekmiş olduğu Ay resimlerinin bu dergilerde yayımlanması, gökbilim çevrelerinin ilgisini topladı ve Krallık Akademisi'nin, çalışmalarını destekleme amacıyla bir bağış yapmasına yolaçtı. 1864'de zamanın en ünlü bilimsel yayını olan *Quarterly Journal of Science*'ın yayımcısı oldu. 1859'da *Chemical News*'ı kendisi çıkarmağa başladı ve 1906'ya dek yayımcılığı sürdürdü.

Crookes'un ilk bilimsel başarısı, bir TAYFGÖRÜR yardımıyla, kendine özgü yeşil bir çizgi salan talyum elementini bulmak oldu.

Ticari ve siyasal yaşamının çeşitli düzeylerinde, bilimsel uygulama gerektiren işlerde danışmanlık yaptı. Örneğin, pamuklularda boyama işlemleri ve kanalizasyon sorunları gibi konularla ilgilendi. 1898'lerde düzensiz bitki yetiştirme sonucu topraktan azot çekilmesi konusuna eğildi. Günümüzde cam işlemeciliği ve kaynakçılıkta kullanılan gözlüklerdeki ısıyı ve morötesi ışınları soğuran cam gereç, hâlâ onun adını taşır. Yapay elmas üretimi denemelerine de, gene ilk kez Crookes girişmiştir.

Bununla birlikte, Crookes'u üne ulaştıran asıl çalışma, vakum ve ışınım olaylarını incelemiş olmasıdır. Geliştirdiği Crookes tüpü, hâlâ, çok geçerli bir laboratuvar aygıtıdır. Bu, içinde bir artı (anot) ve bir eksi uç (katot) bulunan kapalı bir cam tüptür.İçindeki vakum, bir pompayla ayarlanabilir. Kısmi vakum halinde ortaya çıkan ışıklı ve karanlık bölgeler, katottan anoda doğru gitmekte olan elektronların (katot ışınları) hızını ve yoğunluğunu gösterir.

Crookes bu aygıtı katot ışınlarını incelemede kullandı. Aynı aygıtlarla 1895'de W.K. RÖNTGEN tarafından X ışınları saptandı. Öte yandan Ernest RUTHERFORD da, elektronların yapısıyla ilgili öncü çalışmalarında bu tüpten yararlandı.

Crookes tüpünün iç yüzü çinko sülfürle kaplanırsa, buraya çarpan elektronlar küçük parıltılar oluşturur. Crookes bu yeni aygıta *spintariskop* adını verdi. Bu aygıtın yardımıyla, kendisi ve başka araştırmacı-

Işınım niceliğini ölçen ilk Crookes radyometresi. Üstüne ışık düşürüldüğünde, fırıldağın kanatları, beyaz yüzün baktığı yöne doğru, sanki siyah yüzler ışık tarafından itiliyormuşcasına döner. (üstte solda) Katot ışınlarının hızla hareket eden eksi yüklü tanecikler olduğunu, ilk kez Sir William Crookes öne sürmüştür. (üstte sağda) Bu odak tüpü, katot ışınlarının katot yüzeyine dik olarak salındıklarını ve bir doğru boyunca yolaldıklarını kanıtlama amacıyla düzenlenmiştir. (altta)

lar, magnetik alanın bir elektron demetinin doğrultusu üstündeki etkisini araştırdılar. Crookes, ayrıca, radyum tuzlarının, ekran üstündeki fosforışı özelliklerinden yararlanılarak gözlenebileceklerini ortaya koydu. Günümüzde buna benzer bir ilke, televizyon alıcılarındaki katot ışını tüpünde kullanılmaktadır.

Sıcak cisimlerden yayılan ışınım enerjisiyle de ilgilenen Crookes, böyle cisimlerin saldığı küçük ısı miktarlarını ölçebilen radyometreyi buldu. Bu aygıt, laboratuvar deneylerinde hâlâ kullanılmaktadır. Havası boşaltılmış bir cam balonun içinde düşey olarak yataklanmış, serbestçe dönebilen hafif düşey bir eksen ile bu eksene tutturulmuş haçın uçlarına takılı kanatlardan oluşur. Kanatların bir yüzü beyaza, öteki yüzü mat siyaha boyanmıştır. Aygıt, bir ısı kaynağına yaklaştırıldığında, fırıldak, beyaz yüzlerin baktığı yönde dönmeğe başlar. Koyu renkler açık renklere oranla daha çok ısı soğurduğu ve saldığı için, Crookes bu dönme olgusuna, mat siyah yüzeyden salınan ışınların oluşturduğu basıncın neden olduğunu düşündü. Ancak ışınım basıncı etkisinin, bu olayın açıklanmasına yetmeyecek kadar zayıf olduğu artık bilinmektedir. Olayın gerçek nedeni, tüp içinde kalan hava moleküllerinin, kanatların daha sıcak olan yüzlerinde birikmesi ve kanatlara kuvvet uygulamasıdır.

Bilimsel kişiliğine zarar vermesine karşın Crookes, ispiritizma olaylarını da incelemeğe başladı. 1870-1874 arasında parafizik olayları üstüne denemelere girişti. Tanınmış medyum Florence Cook'un bulunduğu bir toplantıda, ölmüş bir kadının ruhu ile haberleştiğini öne sürdü. Crookes ve başka tanınmış bilim adamları konuya bilimsel açıklamalar kazandırmak için deneylere girişilerse de, bu tutum kuşkuyla karşılandı ve bunlardan bazıları sahtecilikle suçlandı. Crookes, bu olayın doğurduğu etkiden bir türlü kurtulamadı.

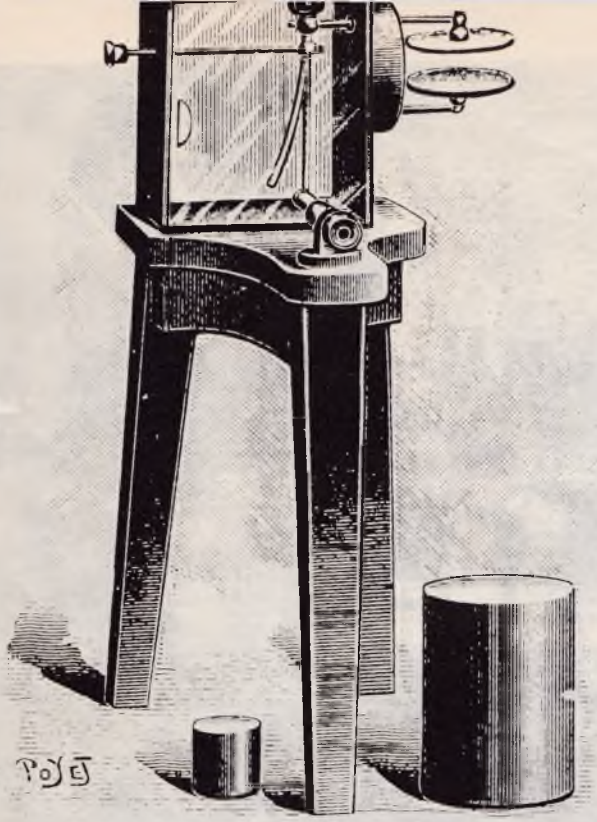
CURİE, P. (1859-1906) ve M. (1867-1934)

Marie ve Pierre Curie, bilim tarihinin en ünlü çiftidir. Başlıca çalışmaları, atomların RADYOAKTİFLİĞİ konusunda temel buluşlar ve radyoaktif elementlerden polonyum (Po) ile radyumun (Ra) keşfidir.

Pierre Curie Paris'te doğdu; bir doktorun oğluydu. Matematiğe, özellikle geometriye, büyük yatkınlık gösteriyordu. Pierre Curie sonra bu yeteneğini, BİLLUR biçimlerinin geometrisi üstüne yaptığı araştırmalarda kullanacaktı.

19 yaşındayken Paris'te fizik öğretmenliğine başladı. Aynı sıralarda, ağabeyi Jacques'la yaptığı çalışmalar sonucu, 1880'de PİEZOELEKTRİK olayını buldu. Bu, bazı billurlara basınç uygulandığında billurda elekt-

1900'lerin başlarında Pierre ve Marie Curie. (sağda üstte) Pekblend yaklaşık % 50 ile % 80 oranında uranyum oksit içerir; ama radyoaktifliği yüksek olduğundan, Curie'ler bunda yeni bir radyoaktif element bulunabileceği sonucuna vardılar. Resimdeki örneğin tam ortasında bir pekblend billuru görülmektedir. (sağda altta)



Curie'lerin radyoaktifliğin varlığının belirlenmesinde kullandıkları aygıt, bir mikroskop takılmış altın yapraklı bir elektroskoptan oluşur. Mikroskop yardımıyla, yapraklardaki en küçük hareket bile kolayca gözlenebilir. Radyumdan çıkan ışınlar, örneğin alfa, beta tanecikleri ya da gamma ışınları, büyük bir hızla yolalırken iyonlaşmış atomlar bırakırlar. Bu iyonlar elektrik yüklü olduklarından, örneğin bir radyum parçası elektroskopa yaklaştırılacak olursa, yapraklar üstünde biriken yükten ötürü, iki yaprak birbirini iter.

rik yükünün oluşması olayıdır. Günümüzde, MİKROFON'larda ve seramik pikap kafalarında bu ilkeden yararlanılmaktadır.

Pierre, bundan sonra, Paris'te Endüstriyel Fizik ve Kimya okulunun laboratuvarlarına müdür oldu ve bu görevi 22 yıl sürdürdü. Orada, billurlar üzerindeki çalışmalarını daha da geliştirdi. Çağdaş fiziğin temel ilkelerinden birini, yani fiziksel dünyanın bakışım özelliğini bu çalışmalardan yola çıkarak ortaya koydu. Pierre'in okulda kendine ait bir laboratuvarı yoktu; araştırmalarını bir sınıfın dışındaki koridorda yürütüyordu. 1891'den başlayarak, doktora çalışmasına temel olan magnetizma konusuna eğildi. Ferromagnetik cisimlerin mıknatıslıklarını yitirdikleri sıcaklığı, yani *Curie noktası*'nı buldu.

Tezini 1895'te veren, utangaç ve alçakgönüllü bir kişiliği olan Pierre, bu konuda herhangi bir çaba göstermemesine karşın profesörlüğe yükseltildi. Bundan tam bir yıl önce de, Varşova'dan Sorbonne'a gelen Polonyalı Marie Sklodovska ile tanışmıştı. Marie o zamanlar çok yoksuldu; küçük bir odada kalıyor, hattâ açlıktan, derste bayıldığı bile oluyordu. Buna karşın, üniversiteyi birincilikle bitirmeyi başardı.

Pierre Curie yaşamını bilime adamıştı ve ancak bu ilgiyi paylaşan bir kişiyle evlenebilirdi. 1895'te evlendiler ve Marie, Pierre'le çalışmaya başladı. Marie, 1897'de, Henri BECQUEREL'in bulduğu URANYUM'dan yayılan ışınları incelemeğe karar verdi. Işınım miktarının, eldeki örnekte bulunan uranyum miktarıyla orantılı olduğunu ve toryum bileşiklerinin de benzer özellikler gösterdiğini ortaya çıkardı. Bu ışınım olayına, «radyoaktiflik» adını verdi.

Marie, sonraları, uranyum ve toryumdan daha çok ışınım saçan filizler olduğunu gördü. Bu filizlerde, başka bir radyoaktif element bulunduğunu düşünerek çalışmalarını yoğunlaştırdı. Pierre de kendi çalışmalarını bırakarak, uranyum oksitten dört kez daha radyoaktif olan «pekblend» (ya da peşblend) üstünde araştırmalara koyuldu.

Birlikte yaptıkları çalışmalar sonucu, bu filizden yayılan radyoaktifliğin filizdeki değişik iki kimyasal yapıdan kaynaklandığını, yani eldeki örnekte ayrı ayrı iki yeni radyoaktif element bulunması gerektiğini ortaya koydular. Elementlerden biri bizmuta benzer özellikler gösteriyordu. Marie, buna, kendi vatanının adından esinlenerek, «polonyum» adını verdi. İkinci element daha etkindi ve baryumdan ayrılması son derece güçtü. Buna da «radyum» adını verdi. 1898'in Temmuz ve Aralık aylarında Curie'ler, bu yeni elementleri bulduklarını bütün dünyaya bildirdiler.

1902 yılına kadar Marie, bir tondan çok pekblend işleyerek, 0,1 gram radyum klorür elde etti. Bunu arılaştırmak tam 8 yıl sürdü. Curie'ler patent ya da çıkar gözetmeksizin elde ettikleri sonuçları açık açık yayınladılar. Marie daha sonraları bunu«yalnızca bilimsel amaçla çalışıyorduk» diye açıklamıştır.

Oysa bu başarılar, atom yapısının anlaşılmasında ve ışınla tedavinin tıp alanına kazandırılmasında bir devrim yarattı. Bu başarı kendilerine uluslararası bir ün kazandırdı. 1903'te, radyoaktiflik konusundaki çalışmalarından ötürü Curie'ler, Henri Becquerel'le birlikte Nobel ödülünü kazandılar.

1906 yılında, bu güzel günler bir trajediyle sona erdi. Pierre Curie, Paris'te bir araba altında kalarak öldü. Marie'nin bakmak zorunda olduğu iki kızı vardı, ama çalışmalarına ara vermedi. Pierre'in kürsüsü ona verildi ve araştırmalarını sürdürebilmesi için özel bir enstitü kuruldu. 1911'de bu kez de kimya dalındaki çalışmaları ve radyumu bulmasından ötürü ikinci Nobel ödülünü kazandı. Ödülü Pierre'in adına kabul etti.

Marie'nin büyük kızı İrene, annesinin radyum enstitüsündeki araştırmalarına katılmaya başladı. 1926'da gene annesinin asistanlarından Frederic Joliot ile evlendi. Joliot-Curie adı altında çalışmalarını sürdüren çift, yapay radyoaktif maddeleri buluşlarından ötürü 1935'de kendi adlarına Nobel ödülü kazandılar.

Daha sonraki yıllarda Marie'nin sağlığı bozuldu. Radyoaktif maddelerle çalışmadan ötürü ellerinde yaralar açılmıştı. Radyumun sağlık üstündeki olumsuz etkileri o zaman da biliniyordu, ama Marie buna aldırmadı. 1933'te sürekli ışınımın etkisi sonucu ölmek üzere olduğu anlaşıldı. 4 Temmuz 1934'de kan kanserinden öldü. Aynı hastalık daha sonra kızı İrene'nin de yaşamına son verdi.

Ç

ÇAKMAK Bk. SİGARA ÇAKMAĞI

ÇAMAŞIRHANE

Yüzyılımızın başlarında, hastane gibi kurumlara bağlı çamaşırhanelerin dışında, ticari amaçla açılmış olan çamaşırhanelerin çoğu, çamaşırı evlerde kadınlara yıkatırdı. Bazı ev kadınları,ek gelir sağlamak için bu işi yaparlardı. Yıkanacak çamaşır, bir bakır kazanda kaynatılır, durulanır, tahta bir merdanede sıkılır, gerekiyorsa kolalanır ve ütülenirdi. Günümüzde etiket yapıştırma makinaları, ÇAMAŞIR MAKİNALARI, ütü, pres ve kurulama makinalarının geliştirilmesiyle çamaşır yıkama endüstrisi çok ileri bir hizmet alanı haline gelmiştir.

Markalama, ayırma ve yıkama: Ev çamaşırlarının yıkanmasında ilk aşama, bir müşterinin bıraktığı kirli çamaşırlardaki her parçanın ayrı ayrı markalanmasıdır. Eskiden bu iş, sürekli ve silinmez marka sistemiyle yapılırdı. Ancak, söz konusu yöntem, koca koca defterlerin tutulmasını ve çamaşırların toplandığı kısımda geniş bir örgütlenmeyi gerektirdiğinden, bir yana bırakıldı. Günümüzde, her çamaşıra ayrı damga vuran marka makinalarından yararlanılır. Her müşteriye ayrı bir sayı verilip aynı kişiye ait olan her parçaya bu marka basılır. Markalar, makinaya takılan yapışkan bir şeritten kesilerek ısı, baskı ve kimyasal bir maddeyle çamaşıra yapıştırılır. Şeridin bir ucunda yapıştırıcı yoktur; böylece çamaşır, sahibine teslim edilmeden önce, açıkta kalan uçtan tutularak kolayca çıkarılır. Renkle kodlama kullanılırsa, çeşitli renklerde şeritlerden yararlanılır.

Markalama tamamlanınca çamaşırlar, gereken yıkama işlemine göre sınıflandırılmış sepetlere konur; sözgelimi, battaniyeler, çarşaflar, yastık yüzleri, beyaz gömlekler, sentetik kumaşlar, ipekliler, beyaz çamaşırlar, renkliler, havlular, vb. birbirinden ayrılır.

Çamaşır yıkama endüstrisinde kullanılan çamaşır makinalarının kazanları, 12 kg ile 450 kg arasında kuru çamaşır alacak büyüklüktedir. Yıkama ve durulama aşamaları boyunca, makinanın tamburu bir o yana, bir bu yana döner. Bir programlayıcı aracılığıyla, yıkanacak çamaşırın türüne göre, sistem önceden ayarlanır. Böylece gerekli su (bazen, yumuşatılmış) miktarı, sabun (büyük çamaşırhanelerde sentetik DETERJAN'lardan çok, SABUN kullanılır) ve alkali (sodyum karbonat, yani soda ya da sodyum silikat) miktarı, yıkama ve kurulama çevrimi sayısı ve ısıyı yükseltmek için gerekebilecek buhar miktarı otomatik olarak saptanır. Bununla birlikte günümüzde, elle kullanılan çamaşır makinalarına da çok raslanır. Bunlarda sabun ve alkali çözeltiler gibi maddeler, makinaya elle dökülür.

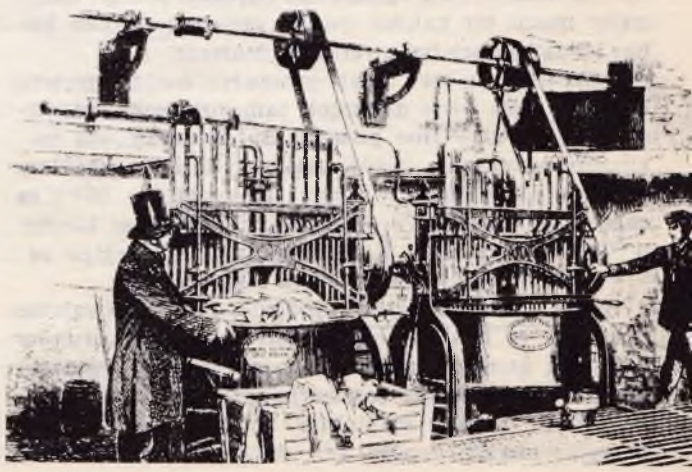
Yeni geliştirilmiş bir çamaşır makinası modelinin, iki ucu açık, yaklaşık 6 metre uzunluğunda, kesintisiz tünel biçimli bir kazanı vardır. Bir uçtan sokulan çamaşır, eğimli tünel içinde, ARKHİMEDES BURGUSU ilkesine dayanılarak yerleştirilmiş çıkıntıların yardımıyla aşağıya doğru iner. Tamburun iki yana dönüşüyle yıkanır ve nem fazlası, parçaların bir merdaneden geçirilmesiyle alınır. Ne var ki, merdaneyle kurutma, santrifüj kadar etkili olmaz. Genel olarak yıkama ve durulama aşamalarının sonunda çamaşır ya makina tamburunun hızı artırılarak, ya da ayrı bir *hidro-ekstraktör* (bir tip SANTRİFÜJ) içinde döndürülerek kısmen kurutulur.

Ağartma, kolalama gibi ek işlemler, yıkama aşaması sırasında yapılır.

Ütüleme: Çamaşır artık ütü işlemine hazır demektir. Havlular ütü istemez; sıcak havayla, döner tamburda kurutulur. Çarşaf ve yastık yüzleri gibi düz parçalar, bir ütü makinasına verilir. Bu makina, ısı veren düz metal levhalarla, çamaşırı bu levhalar üstünde yürüten kumaş kaplı silindirlerden oluşur. Ütülenmiş çamaşır el ya da makinayla katlanır.

Düz olmayan çamaşırların ütülenmesi için çeşitli makinalar geliştirilmiştir; ama bunların tümü temelde, ısıtılmış, cilalı bir metal levhadan oluşur. Bu levha, çamaşırın en iyi ütülenmesi gereken yanına yapıştırılır; sonra parça, kumaş kaplı bir düzey üstüne yayılır. Bir bakıma bu sıcak levha, evlerde kullanılan

XIX. yüzyıl ortalarında, Londra'daki St. Pancras atölyesinde bir buharlı çamaşır makinası.



Resimlerde, büyük bir hastanenin çamaşır yıkama işlemleri görülmektedir: Çamaşır, teslim alınan yerde, bir taşıyıcı bant boyunca, boylarına ve kullanılış yerlerine göre ayrılıp sepetlere konur (solda). Sepetler çamaşır makinalarına taşınır. Burada (ortada) çarşaflar yıkama makinasından çıkarken görülmektedir. Ütüye hazır duruma gelinceye kadar hidroekstraktör'de (sağda üstte) kurutulur. Son aşamada (sağda alttta) bir ütü makinasında çarşaflar ütülenir.

ve ütü tahtası üstünde çamaşırın çeşitli kesimleri üstünde gezdirilen sıcak bir ütüye benzer; ancak bu tip ütü baskılarında «gezdirme» hareketi yoktur. Gömlekler bazen bir kalıbın üstüne geçirilip, içerden buhar ya da basınçlı hava verilerek ütülenir.

Günümüzde sert kolalı çamaşırın modası geçmek üzeredir; ama gene de birçok çamaşırhanede, istenirse bu işlem de yerine getirilir. Bu durumda, ütü makinasının kolayı da kurutması gerektiğinden, makina, normalin üstünde bir sıcaklıkta, genellikle 232°C'ta çalıştırılır. Elektrik ya da gazla ısıtılan buhar basınçlı ütülerde basınç, 7 ile 10 bar arasında değişir ve 170°C ile 186°C arasında bir ısı sağlar.

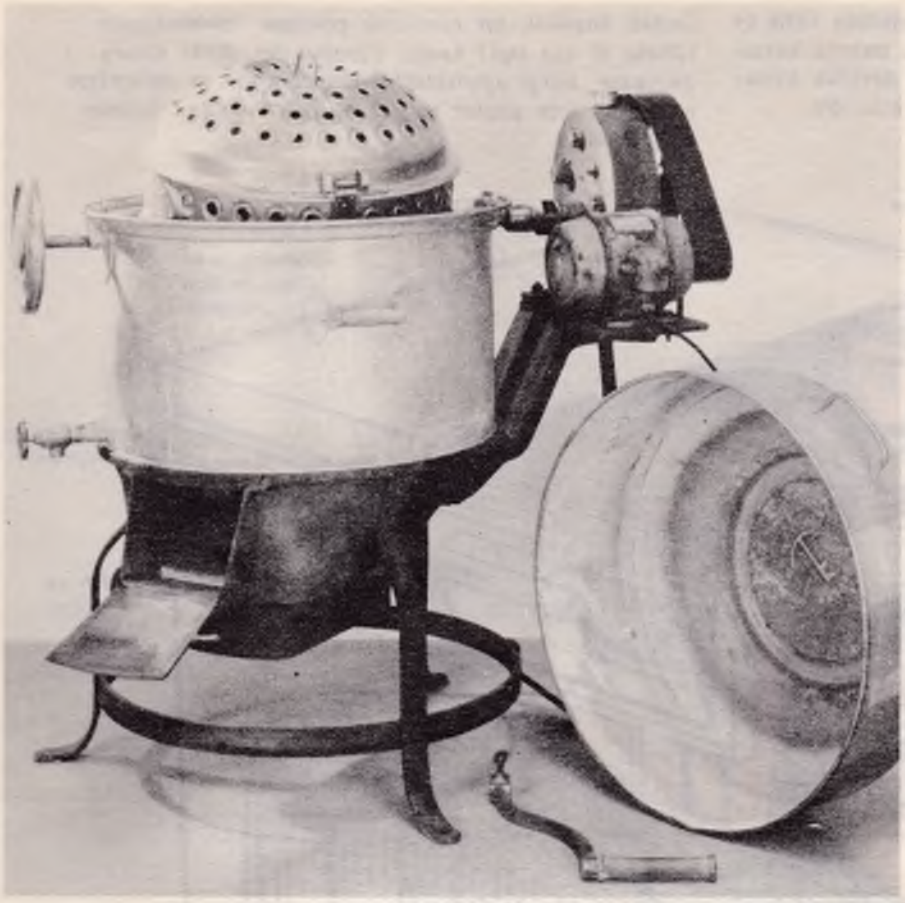
Özel çamaşırhaneler: Endüstri giysileri kiralama firmaları ve hastane çamaşırları yıkayan kurumlar gibi bazı çamaşırhaneler, yalnızca endüstri çamaşırı yıkarlar. Bir hastane çamaşırhanesinde yukarda anlatılanlara benzer makinalar bulunur; ancak, tüm parçalar merkez depoya geri verildiği için, markalama sistemi kullanılmaz. Buna karşılık, mikroptan arındırma çok daha önemlidir ve bu iş, ısıyla yapılır. Yıkama işleminin bir aşamasında, çamaşıra belirli bir süre için yüksek bir ısı verilir.

Başka özel işlemlere örnek olarak, çok kirli çamaşırın yıkanması gösterilebilir. Bu tür çamaşır, ameliyathanelerde ya da hastane koğuşlarında plastik torbalara doldurulur. Torbalar, aljinat yapıştırma maddesiyle (Bk. SUYOSUNLARI) mühürlenip çamaşırhaneye götürülür ve olduğu gibi çamaşır makinasına daldırılır. Aljinat, su içinde çözünür ve torbanın içindeki çamaşırlar dışarı çıkar. Bazen de torbalar tümüyle, çözünen aljinat'tan yapılır.

ÇAMAŞIR MAKİNASI

XIX. yüzyılın ikinci yarısında ortaya çıkan tahtadan yapılmış, sekiz köşeli çamaşır yıkama kutuları, ilk çamaşır makinaları sayılır. Bu kutularda, yıkadıktan sonra çamaşırları sıkmaya yarayan merdaneler de bulunurdu. Kutu sabunlu su ile doldurulur ve bir kolla çevrilerek çamaşırların yıkanması sağlanırdı. Günümüzün gerek ev, gerekse endüstri tipi çamaşır makinalarında da çamaşırlar, aynı ilkeye göre, yani makinanın içinde çalkalanarak yıkanır.

Otomatik makinalar: En çok satılan makinalar, 4 kg çamaşır yıkamak için hazırlanan, önden açılan tiplerdir. Çamaşırlar, başka bir kazan içinde dönen, çelik tambura konur, kapak kapatılır ve elektromekanik saatle istenilen yıkama süresi ayarlanır. Ayar, dö-



1859 modeli bir Alman makinasında, bir de kukla bulunurdu. Yaylı tokaçlarla çamaşır karıştırılırken kukla da dönerdi. (üstte)
1923 modeli bir Alman çamaşır makinası. Su, alttaki ocak bölümünde yanan kömürle ısıtılır, çamaşırlar ortadaki delikli kaba konulurdu. Çamaşır bölmesi, elektrik motoruyla önce bir yönde, sonra öteki yönde döndürülürdü. (solda)

nen ya da basılan bir düğmeyle yapılır. Bu düzenek, yani program düğmesi, aynı zamanda ön yıkama, su sıcaklığı, yıkama ve durulama işlemlerinin sayısı ve çalışma süresi gibi öğeleri de, yıkanan çamaşırın cinsine ve kirliliğine göre ayarlama olanağını sağlar.

Gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra, makina çalıştırılır ve basınç rölesine bağlı olarak çalışan otomatik su valfından makinaya su dolmaya başlar. Basınç rölesi, su haznesinde su düzeyi ile birlikte yükselen ve yeterince yükseldiği zaman elektrik devresini tamamlayarak valfı kapatan bir diyaframdan oluşur. Her yıkama programı için su düzeyi, kaba kumaşlar için alçak, kolay bozulan kumaşlar ve durulama işlemi içinse yüksek olacak biçimde, program anahtarıyla önceden ayarlanır. Basınç devresinde bulunan iki ayrı mikroanahtar, su düzeylerini düzenler.

Programı, bir senkron motor ile yönetilen ya bir tek alın kamı, ya da 15-20 çevre kamı denetler. 15-20 çevre kamının uçlarından her biri, belirli bir programa karşılık olan yaylı kontaktörlere uyacak biçimde yapılmıştır. Bu programlar, örneğin, yıkama ya da durulama işleminin süresi, kurutma ya da su giriş valfının açılması olabilir. Makinanın suyla dolması ve tamburun dönmesi gibi iki ayrı işlem, aynı zamanda yürüyebilir.

Alın kamı da aynı görevi yerine getirir. Üstünde, programları belirleyen çıkıntılar bulunur.

Program anahtarlarını yöneten senkron motordan başka, yıkama ve durulama işlemleri sırasında tamburun dönüş yönünü sürekli olarak değiştiren bir başka motor daha vardır. Bu motor, kurutma işlemi sırasında da tamburu dakikada 1 100 devire varan hızlarda çevirebilmektedir. Yıkama, durulama ve kurutma işlemlerinden çıkan sular, boşaltma motoruyla dışarı atılır.

Avrupa yapısı otomatik makinaların çoğu, soğuk su musluğuna bağlanır, gerekli ısıtmayı makinanın içindeki ısıtıcı sağlar. Bazı makinalar da hem sıcak, hem de soğuk su musluklarına bağlanır. Ancak tümünde, seçilen programa göre gereken su sıcaklığını ayarlayan bir termostat bulunur.

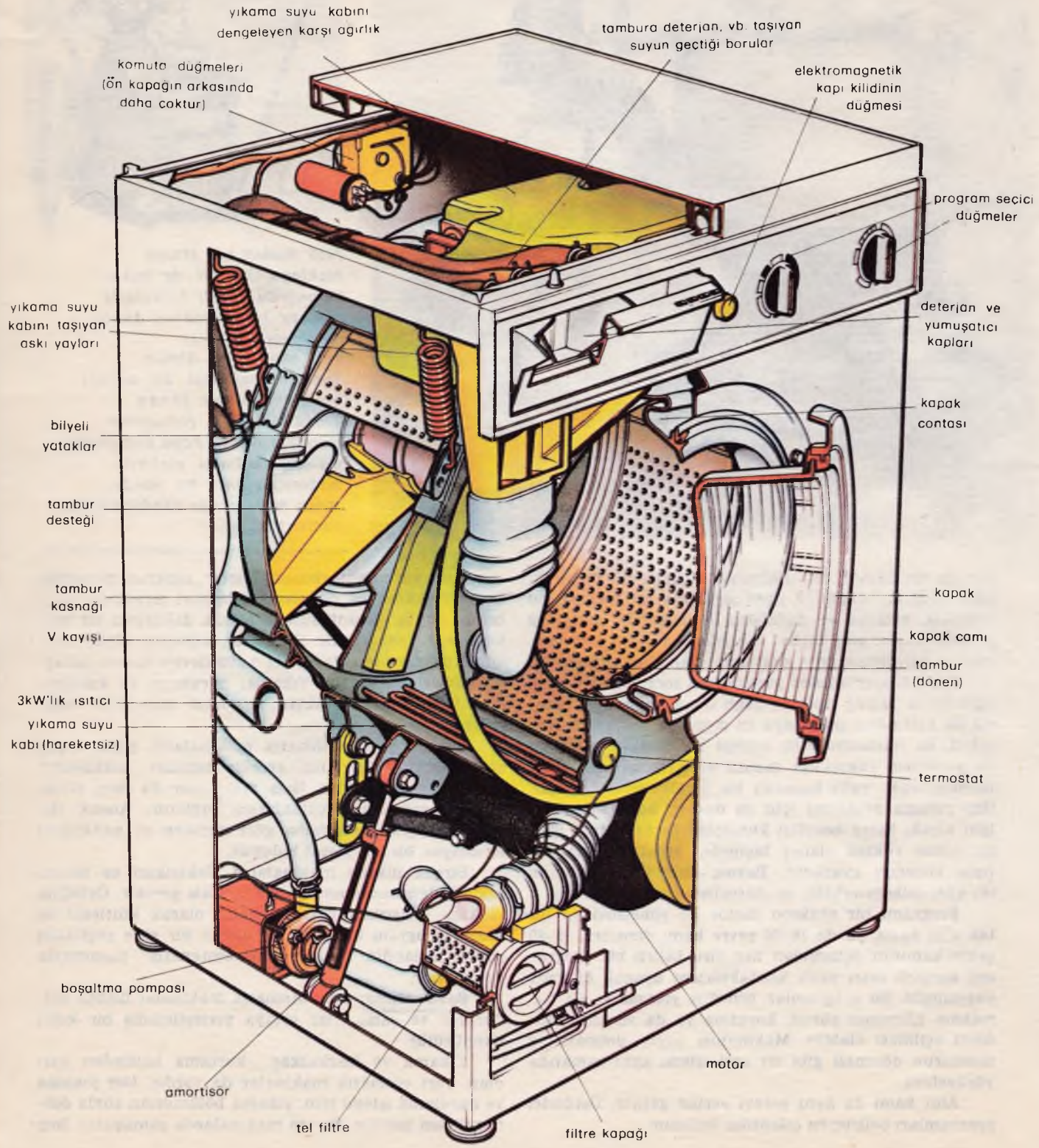
Birçok ülkede makinaların elektriksel ve mekanik yönden bazı standartlara uyması gerekir. Örneğin, makina çalışırken kapı otomatik olarak kilitlenir ve ancak program bittikten ve uygun bir süre geçtikten sonra açılabilir. Bu, bir elektromıknatıs yardımıyla gerçekleşir.

Başka tipler: Bazı otomatik makinalar üstten doldurulur ve çamaşırlar ortaya yerleştirilmiş bir kolla döndürülür.

Yıkama ve merkezkaç kurutma bölümleri ayrı olan, yarı otomatik makinalar da vardır. Her yıkama ve durulama işlemi için, yıkama bölümünün suyla doldurulması gerekir. Bu tip makinalarda çamaşırlar, hep

belirli düzeye kadar doldurulan suyun altında kalır ve bir pervaneyle, ortadaki bir kolla ya da paletle karıştırılır. Bu makinalarda, dakikada 3 000 devirlik hızlara çıkabilen santrifüj kurutucular çok etkilidir.

Önden kapaklı, bir otomatik çamaşır makinasının (Miele W 441 tipi) kesiti. Tambur ile öteki dönen parçalar, karşı ağırlıklarla dengelenmiş ve sarsıntıyı azaltmak için yaylar ve amortisörler üstüne monte edilmiştir.



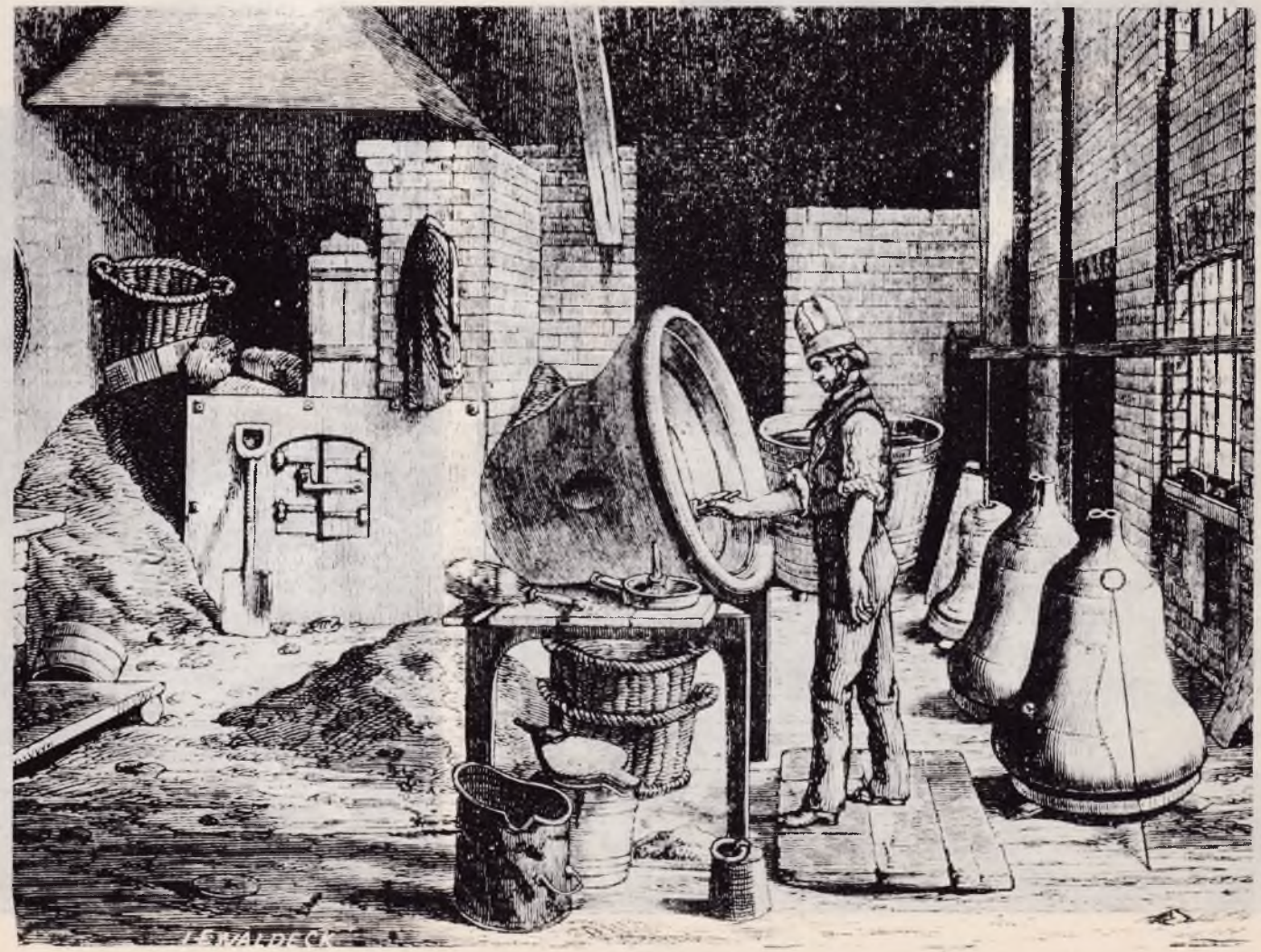
ÇAN

Çanın geçmişi, Tarihöncesi zamanlara dayanır. Çin'de, İ.Ö. III. yüzyıldan bu yana ağır çanların kullanıldığı söylenir. Doğu çanları, genellikle tepesi kapalı ve açık ucuna doğru kalınlığı artan silindir biçimindedir. Bunlar dışardan, ortaya yakın bir yere vurularak çalınır.

Avrupa'da çanlar, hıristiyanlık dönemi boyunca görünüşte pek değişmedi. Ancak, eski çanların biçimleri, günümüzdeki çanlara oranla biraz daha koniye yakındı. Avrupa'nın bazı kiliselerinde bugün de, XIII. yüzyılda ya da daha önce dökülmüş çanlar kullanılmaktadır.

Bir çana vurulduğu zaman, metal titreşmeye başlar ve bu, havayı harekete geçirerek, kişinin kulağına özgün çan sesi olarak gelir. Titreşim, dolayısıyla de ses, çok karmaşıktır; çana vurulduktan hemen sonra, 60'ı aşkın değişik titreşim oluşur. Bu titreşimlerin çoğu çabucak yok olur ve böylece geriye, ancak on kadar bileşen ya da *parti* (ya da müzikal parti) kalır; bunların içinde beş kadarı ağır basar ve biraz müzikten anlayan bir kulak tarafından kolayca ayırt edilebilir. En pes armonik, en uzun sürendir ve *mırıltı* adını alır. Daha tiz armonikler, mırıltı frekansının iki, üç, dört katıdır ve sırasıyla *temel ses*, *beşli*, *nominal* diye adlandırılır. Bunlar mırıltının üstünde tam oktavlar

Büyük bir çan kalıbının yapılışı. Temelde hâlâ 1850'lerde yapılmış olan bu çizimlerde görülen işlemin aynıdır. Çekirdek (üstte) bir tuğla temel üstüne kurulur, sonra bir kalıp tahtasıyla düzeltilir, pürüzleri giderilir. Zarf da buna benzer bir biçimde, dökme demir bir kılıfın içinde (altta) yapılır ve her iki yüzey grafitle tamamlanıp cilalanır.



olarak duyulur ve içlerinden hangisinin baskın olacağı, çana ve dinleyene göre değişir. Çana özgün sesini veren, frekansı mırıltının 2,4 katı olan *üçlü* armoniktir.

Bu armoniklerin her biri, çanın üstünde değişik bir titreşim kalıbından (örneğinden) oluşursa da, genel olarak tümü birden işitilir. Her kalıpta (örnekte) madenin hiç titreşmediği, titreşim bölgelerini böldüğü bazı *nodal* (hareketsiz, düğüm) çizgiler vardır.

Bir çanın bakışımı hiç bir zaman kusursuz olamayacağı için, genel olarak her armonik tek bir titreşim (frekans) olarak değil, dinleyenin kulağında birbirine karışıp tınlama adı verilen tek ve güçlü bir etki yaratan birbirine yakın frekans çiftlerinden oluşur. Örneğin, bir armonik (parsiyel) gerçekte biri 1 000 Hz (Hertz), öteki 1 004 Hz olan iki bileşenden oluşabilir; ama kulağa frekansı 1 002 Hz olan, her saniyede dört

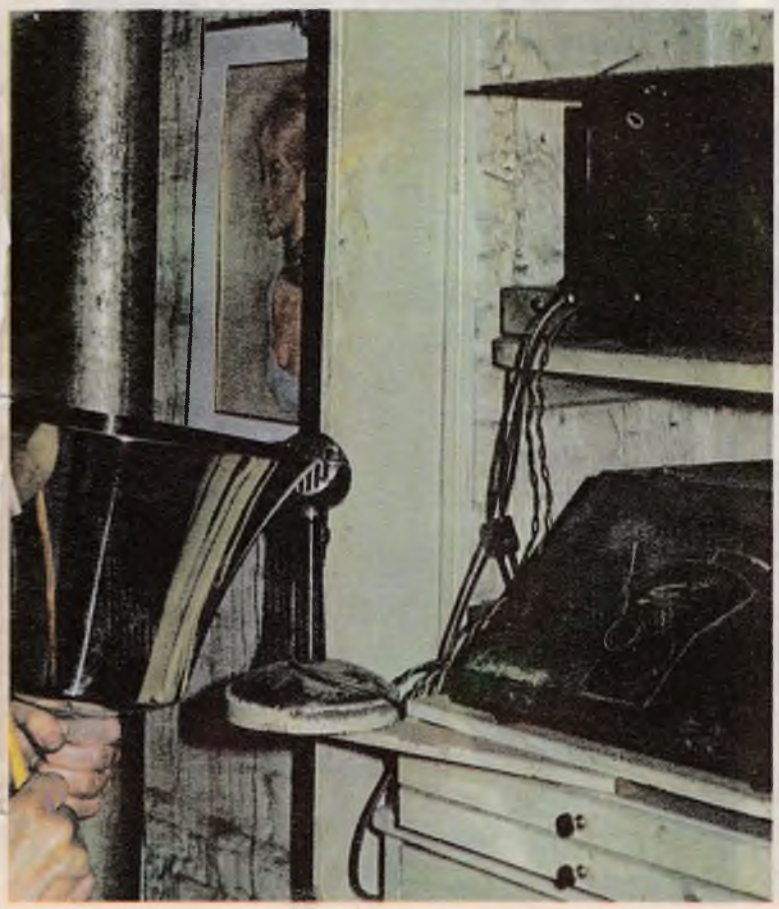
---

Çanın çeşitli armoniklerinin akort edilmesi, çeşitli yerlerinden alınan metal miktarına bağlıdır (solda). Çan, bir elektronik aygıtla denenir. Bu aygıt (altta solda) tokmağa yakın tutulmuş bir mikrofondan titreşimleri alır. Aygıtın bir elektronik «diyapazon»u vardır. Bununla, frekanslar birbiriyle karşılaştırılır. Yüzyılımızın başlarına kadar, yalnızca vuruş notası akort edilirdi; ama günümüzde, bütün armonikler akort edilmektedir.

kez yükselip sönen tek bir nota olarak gelir. Tınlama, çanın dikkatle akort edilmesiyle ve tokmağın vuracağı noktanın özenle seçilmesiyle en aza indirilebilir, ama hiç bir zaman tümüyle kaldırılamaz; bu yüzden tınlama, özellikle küçük çanlarda pek belirgin olan, çan sesinin özelliklerinden bir başkasıdır.

Çanlar bronzdan (genellikle % 77 bakır, % 23 kalay) dökülür; çünkü bronz çok sert bir ALAŞIM'dır (eski toplar ve Romalıların kılıçları da bronzdan yapılırdı) ve paslanmaz. Eritilmiş çan, metal bir iç çekirdek ile bir dış *zarf*'tan oluşan bir kalıba dökülür. Çekirdek ve zarf, birlikte çana biçim verirler. Çanın dış yüzünde genellikle, kabartma harflerle dökülmüş bir yazı bulunur. Bu harfler, kalıba dökülmeden önce, zarfın kenarını oluşturan kalıp malzemesine kazınır. Kalıp, kil ile keçi kılı ve at gübresi gibi geleneksel maddelerin bir karışımıdır. Bu maddeler, eritilmiş

El çanları da büyük çanlar gibi yapılır ve akort edilir. (altta ortada) Bunlar halk önünde kullanılacakları için, dışlarının güzelce cilalanması gerekir (sağda) ve bu cila, çanın dökülmesinde ve akort edilmesinde gözönünde bulundurulur. İyi bir usta, belirli bir perde verebilmek için ne kadar metal çıkarılması gerektiğini deneyimiyle çok iyi bilir. (altta sağda) Altmış bir ayrı çandan oluşan tam bir el çanı takımında, beş oktav bulunur.



En ünlü çanlardan biri, Londra'daki Parlamento binasının saat kulesindeki Big Ben'dir. Bu çan, ilk olarak 1856'da dökülmüş, ama kısa sürede çatlamış ve 1858'de yeniden dökülmüştür. Big Ben'in ağırlığı 16 tonun üstündedir; kullanılan çanların en büyüğüyse,110 ton ağırlığındadır.(solda) Cilalama işinden sonra, zarf ile çekirdek, aralarında bir boşluk kalacak biçimde birbirine bitiştirilir. Sonra bu boşluk, fotoğrafta görüldüğü gibi, eritilmiş çan gereciyle doldurulur. Yüzlerce yıllık eski çanlar, yenileneceği zaman, kullanılması için eritilir. Metalin sıcaklığı 1 150°C'tır; soğuması birkaç gün sürer. Sonra zarf kaldırılıp alınır, çanın üstündeki kalıp artıkları temizlenir. (altta solda)
Çan, istenenden daha pes perde verecek biçimde dökülür. Sonradan, tam akort sağlanıncaya kadar, metal fazlası bir tornada çıkarılır. Çan, dik bir torna üstünde döndürülürken, metal resimde görüldüğü gibi, içerden rendelenir. (altta sağda)

metal kalıba dökülürken yanarak, soğumaya yardımcı olacak havalandırma deliklerini oluştururlar. Seri üretimde el çanları, günümüzde seramik kalıplara dökülmektedir; ama bu, büyük ve tek tek yapılan çanlar için uygun bir kalıp türü değildir.

Eski çanların tepelerinde, döküm sırasında yapılmış bir halkalar düzeni vardı. Bu halkalardan, tahta sopalar ve kamalarla yerlerine asılırlardı. Günümüz çanlarının tepeleri çoğunlukla düz olur. Daha sonra bu tepeler delinerek, askı cıvataları geçirilir. Bu teknik ilk kez, metal delme işinin yeterince kolaylaştığı XIX. yüzyılda uygulanmıştır.

Çanın genel biçimi denemeyle bulunur; ama istenilen frekansları (ses titreşimlerini) tam olarak elde edebilmek için, çan, son ses değerinden biraz daha kalın dökülür. Böylece biraz daha pes titreşimler elde edilir ve bunlar, çanın içi bir torna tezgâhında yontularak artırılabilir. Sözgelimi, çanın tepesinden bir miktar metal çıkarılıp alınacak olursa, öteki armoniklere oranla temel ya da oktav 1, daha çok artacaktır.

Bir kilise çan kulesindeki çanlar, karşıt dengeli bir çerçeveye asılır; tokmak serbestçe sallanır. Çanlar, bir ipin çekilmesiyle çalınır. Her vuruş, çanın açık yüzü göğe bakacak biçimde, hemen hemen dikey bir durumla başlar.

İ.S. III. yüzyıldan kalma bir Roma mozayiğinden alınan bu ayrıntı, Tunus'ta, Bardo müzesindedir. Resimdeki çapanın çiposu yoktur. Bu yüzden, demir atan kişi su altına dalmadığı sürece, çapa hiç bir güvence sağlamaz. Demiri atanın suya dalması da, ancak sığ sularda olanaklıdır.

ÇAPA

Çapa (demir de denir), kendi ağırlığıyla ya da kollarının deniz dibine gömülmesiyle tekneleri tutmaya yarayan bir araçtır. Çapalara, dibe yatay olarak çekildiğinde, kumu kazarak gömülecek, yukarı doğru çekildiğinde ise, kolaylıkla takıldığı yerden kurtulacak bir biçim verilir. Çapa, tekneye bir halatla (büyük gemilerde kalın zincirlerle) bağlıdır. Halat ya da zincir, demir atmanın sağlam olabilmesi için, dipte de serilebilecek kadar uzun olmalıdır. Bu nedenle halatın uzunluğu, suyun derinliğinin üç ya da sekiz katı arasında olur.

Demir alma işlemi (demiri «vira etmek» de denir), zincirin demir ırgadıyla çekilmesiyle yapılır. Böylece tekne, çapanın üstüne doğru yaklaşır ve zincir dike yakın bir duruma geldiğinde, çapa yerinden kurtulur.

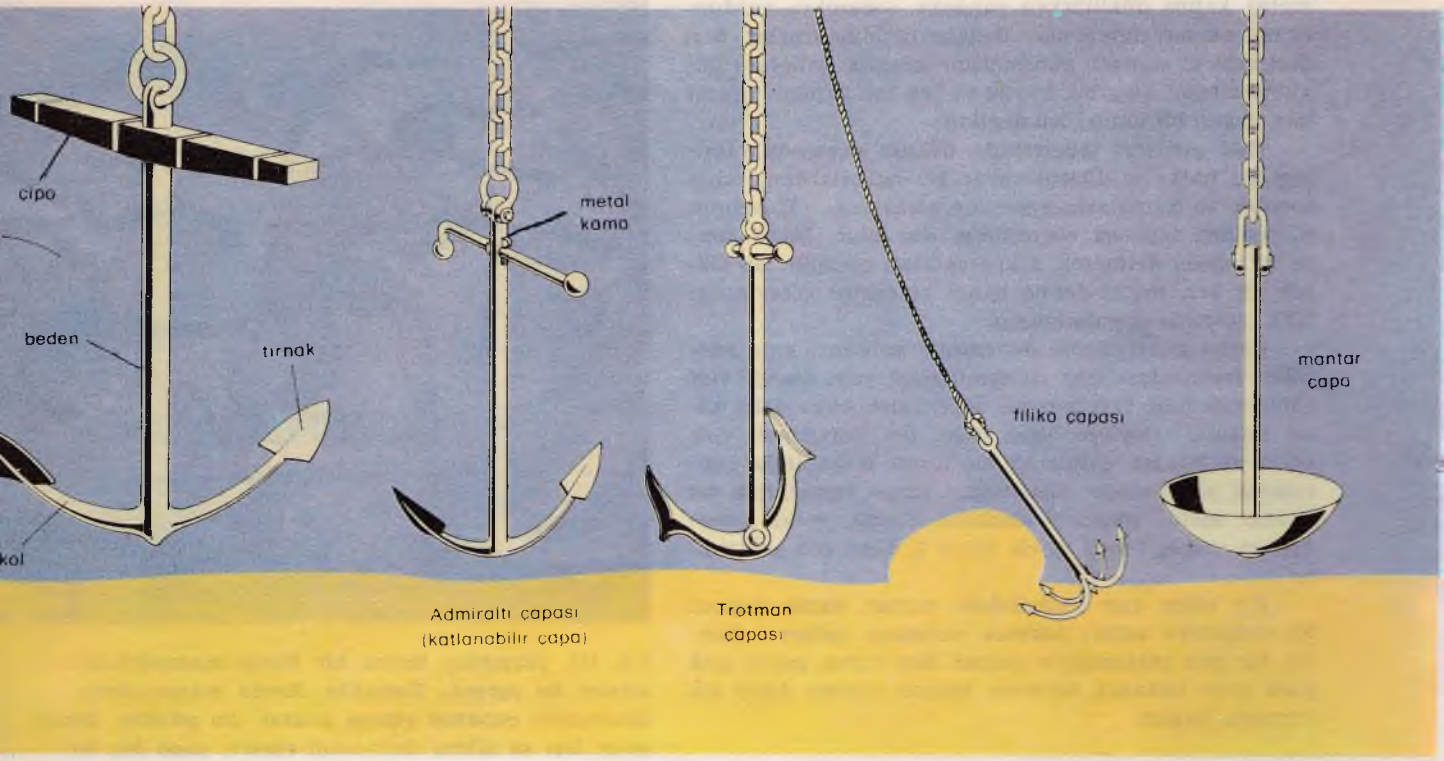
İlk çapalar, yalın taş ağırlıklardı; iç su yollarında benzeri yöntemler bugün de kullanılmaktadır. Sualtı arkeologları, Akdeniz'de, bazıları Tunç devrine kadar uzanan çeşitli biçim ve büyüklükte çok sayıda taş çapa bulmuşlardır. En yaygın olanlardan biri, bir köşesinde halat deliği bulunan üçgen biçiminde bir taştı. Bazılarının alt köşelerinde de, büyük bir olasılıkla tırnakların ya da dibe saplanacak olan tahta kanatların takılabilmesi için, delikler vardı. İ.Ö. 1 000 yıllarından bir süre sonra, çapa yapımında metal kullanılmaya başlandı ve kurşundan çiposu olan büyük tahta çapalar yapıldı. Bundan sonra da, XIX. yüzyılın ortalarına kadar kullanılan yaygın çapa modeline ulaşıldı.

Bu modelin tırnakları kol demirine, çipoyla dik açı yapacak biçimde takılmıştır. Bir demirleme sırasında kollar yerine çapa dibe değerse, tırnakların dik olması nedeniyle, saplanması önlenir ve kanatlar dibe girer.

Bu tip büyük çapalar fazla hantal olduğundan, tek ucu bükük çipolu, katlanabilir bir model geliştirilmiştir. Söz konusu çapanın çiposu, kullanım sırasında metal bir kama ile sabitleştirilir; gerektiğinde de kama çıkarılarak, çiponun beden boyunca katlanması sağlanabilir. Admiralti çapası adı verilen bu tip çapa, yatlarda ve küçük deniz araçlarında yaygın olarak kullanılır.

Çapaların etkili biçimde tekneyi yerinde tutup tutmaması, deniz yatağına bağlıdır. Admiralti çapası, dibe batan bölümü geniş olmadığı için, yumuşak yataklarda pek yararlı olmaz. Bu sakıncayı ortadan kaldırmak amacıyla, Admiralti demirinde küçük bir değişiklik yapılmış ve Trotman çapası geliştirilmiştir. Bu modelde, döner bir eksene bağlı olan kollar, tırnakların yatağa sağlam bir açıyla saplanmasını sağlar.

Büyük gemilerde kullanılan çapaların çoğunda çipo yoktur. Bu tiplerin tırnakları eklemlidir ve en çok 45°'lik bir açıyla iki yana oynar. Tırnakların altlarında yer alan tablalar, çapanın dibe saplanmasını sağlar. Yatay olarak çekildiğinde, tırnaklar dibe iyice gömülür. Çiposu bulunmadığı için, bu tip çapaların tırnakları ve kolları dışındaki bütün bölümleri, loça deliğine çekilerek, her an kullanıma hazır tutulabilir.



Resimde, (üstte) çeşitli çapa tipleri görülmektedir. Resmin sağında çiposuz bir çapa vardır. Dibe inerken tırnaklar yana (noktalı çizgilerle gösterilen taraflardan birine) yatar. Lenger tablalarından biri deniz yatağına dokunur dokunmaz, tırnaklar, çekme doğrultusunda (birinci profil resimde görüldüğü gibi) dönerler. Çekme kuvvetinin doğrultusu yataylaştıkça, kanatlar dibe daha fazla gömülür.

Çiposuz çapanın başka bir modeli de, dibinde dengeyi sağlamak için bir blok bulunan Danford çapasıdır. Saban çapası adı verilen tipteyse, saban bıçağına benzeyen tek bir tırnak bulunur. Bu tırnak, çekme gücü artırıldıkça dibe gömülür.

Öteki modeller arasında *filika demiri* adı verilen dört ya da beş kollu çapa sayılabilir. Filika çapası (demiri), deniz dibindeki yitik nesneleri araştırmada da kullanılır. *Mantar çapa* adı verilen bir başka modelin biçimiyse, hafif tekneleri ve tarak dubalarını yumuşak yataklarda sürekli olarak hareketsiz tutmaya çok elverişlidir. Mantar çapanın şapkası kumun içine ağır ağır gömülür. Ancak, bu emme süreci zaman aldığından, çapaya bir ağırlık takılarak dibe batması hızlandırılabilir.

Deniz çapası tahta ve brandadan yapılır. Biçimi büyük bir çorabı andırır. Geminin pruvasına (baş tarafına) takılır. Böylece küçük bir tekne, açık denizde dalgayı başa alıp, deniz çapasıyla fırtınaya karşı koyabilir.

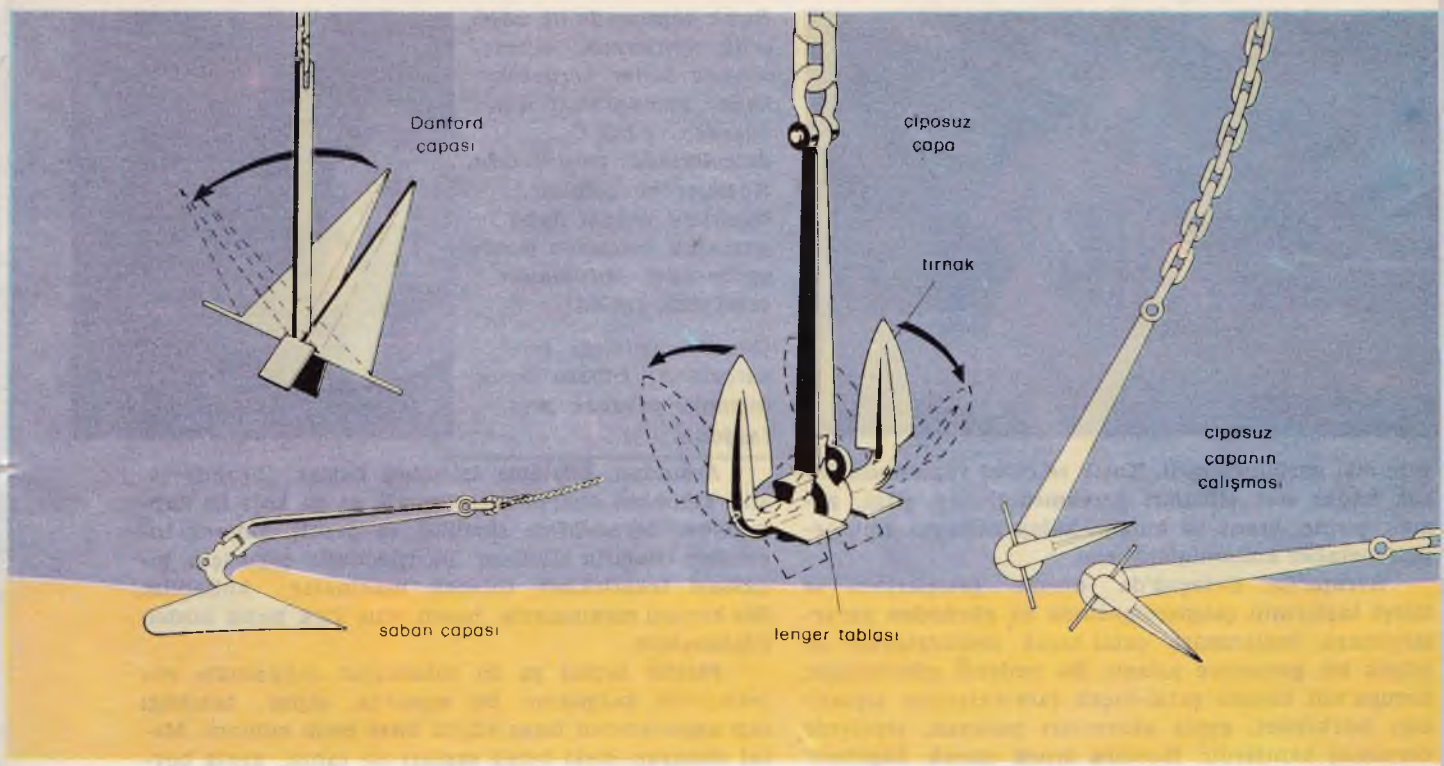
ÇATAL - BIÇAK ÜRETİMİ

Bıçak, insanın kullandığı en eski gereçlerden biridir ve önem bakımından, baltadan sonra, ikinci gelir. İlk bıçaklar taştan (genellikle çakmaktaşından) yapılırdı. Taşı yontup biçimlendirmek çok ustalık isteyen bir iştir; ama gene de Tarihöncesi insanlarının kendi bıçaklarını kendileri yaptıkları sanılmaktadır.

İlk metal bıçaklar bakırdan yapılırdı, bakırın yerini çok geçmeden tunç aldı. Tunç devrinden kalma bazı bıçaklar, çağımızda kullanılanlara dikkati çekecek derecede benzer. Onların da bir kesici ağzı, bir korkuluğu ve bir de metal olmayan, tutacağın takıldığı sap uzantısı bulunurdu (korkuluk, sapın dayandığı kalın, topuza benzer kesimdir).

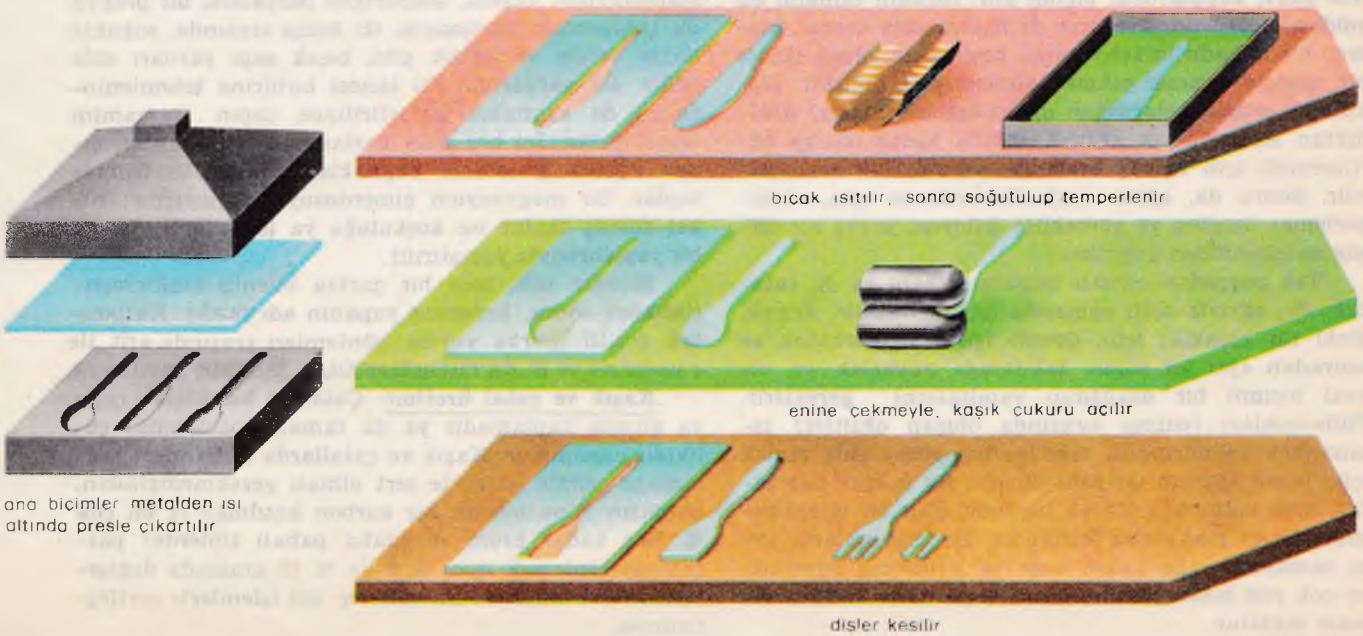
Demirin kullanılmaya başlaması, bıçakların niteliğinde bir değişikliğe yolaçmadıysa da, demir daha bol bulunan bir madde olduğu için, daha ucuz bıçakların yapılabilmesini sağlamış oldu. Gerçek büyük atılım, demirin bir demirci ocağında ısıtılarak, karbondan etkilenmesi ve ısıtılıp suya daldırma yoluyla çeliğe dönüştürülmesinin bulunuşuyla sağlandı (Bk. ISIL İŞLEM). Çelik elde etme yöntemlerinde büyük değişikliklerin gerçekleştirilmesine karşın bıçaklar, 1913 yılına kadar, adi çelikten yapıldı. O tarihte,Sheffield'li bir metalürji uzmanı olan Harry Brearley, % 12 ya da çok fazla krom eklemekle, çeliğin «paslanmaz çeliğe» dönüştürülebileceğini buldu.

Ortaçağ'da kullanılan sofra bıçakları, ete saplanıp ağıza götürülebilmesi için genellikle sivri uçlu yapılırdı. Ancak, XVII. yüzyılda, sofrada çatalın kullanılmaya başlanmasıyla bıçakların uçları yuvarlak yapıldı.



Çatal-bıçak yapımında temel aşamaları canlandıran bir dizi resim. (altta) Cilalama bazen, çatalın dişlerinin arasına da girebilen kumaş parçalarıyla yapılır. Eğer çatal-bıçak tümüyle paslanmaz çelikten yapılıyorsa, elektrolizle kaplamaya gerek yoktur. Bazı sofra bıçaklarının sapı boş olarak yapılır ve bu gibi durumlarda, iki yarım halinde yapılan sapların, tamamlanmış olan bıçak ağzına kaynakla, lehimle ya da bir yapıştırıcıyla yapıştırılması gerekir.

Tarihöncesi çağlarda taştan, kilden ve belki de tahtadan yapılmış kaşıklar kullanılıyordu. Romalılar zamanında, çağdaş bir sofrada bile kullanılabilecek nitelikte, zarif kaşıklar geliştirildi. İlk sofra çatallarının yalnızca iki dişi vardı. Bunlar bugünkü büyük servis çatallarının birer küçük örneğiydi. XVII. yüzyılın sonlarında üç ve dört dişli çatallar kullanılmaya başlandı. Victoria çağında, genellikle dört dişli çatallar kullanılırdı. Ancak, beş, hattâ altı dişli çatalların bile



Bıçak yapımında ilk adım, çelik şeritlerinin, basınç altında biçim verilecek kadar yumuşaması için, önceden 1 150°C dolaylarında ısıtılmasıdır. Kaşıklar ve çatallar, bıçaklara oranla daha yumuşak metalden yapılır ve önceden ısıtılmaları gerekmez. (solda)

Önceden ısıtılmış çelik parçalarını kabaca bıçak biçimine sokacak pres. (sağda)

yapıldığı görülmekteydi. Kaşık ve çatal yapımında, bıçak kadar sert olmaları gerekmediğinden altın, gümüş, pirinç, bronz ve kurşun-kalay karışımı gibi, çeşitli metaller kullanılabiliyordu.

Avrupa'da, Ortaçağ'da dövme çekiçlerinin ve bileyi taşlarının çalıştırılmasında su gücünden yararlanılmaya başlanması, çatal-bıçak endüstrisinde de büyük bir gelişmeye yolaçtı. Bu nedenle günümüzde, Avrupa'nın başlıca çatal-bıçak fabrikalarının toplandığı merkezleri, geniş akarsuları bulunan, tepelerde kurulmuş kentlerdir. Bunlara örnek olarak, İngiltere' de Sheffield, Almanya'da Solingen ve Fransa'nın Massif Central bölgesindeki Thiers gösterilebilir.

Bıçak yapımı: Günümüzde sofra bıçaklarının ağızları, yani kesici bölümleri çoğunlukla, paslanmaz çelikten yapılır. Bu çeliğin içinde, paslanmaya karşı, % 12 - % 16 oranında krom, sıcağa dayanıklı olabilmesi için de % 0,5 kadar karbon bulunur. Bıçaklar yaklaşık 1 150°C sıcaklıkta, kısa çelik çubuklardan yapılır. Isıtılmış çelik, iki sert çelik kalıp arasına yerleştirilip, bir şahmerdan ya da presle sıkıştırılır. Böylece çelik, kalıplardaki biçimi alır. Bıçağın tamamı bu yoldan biçimlendirilebilirse de bazen, ağız kesimi, kısmen biçimlendirildikten sonra, kesin kalınlığına, ikinci bir işlemle («sıcak çekme» yöntemiyle) getirilir. Dökülmüş çeliğin uçlarından metal fazlası (çapak) alındıktan sonra, bıçak ağzı, 1 040°C'a kadar ısıtılıp eğrilmemesi için kıskaç arasında soğutularak sertleştirilir. Sonra da, ağzın sağlamlaştırılması için, «temperleme» denilen ve gevrekliği önleyen, yavaş bir düşük ısı işleminden geçirilir.

Tek parçadan oluşan bıçakların sapı ya da tutacağı da, ağzıyla aynı zamanda biçimlendirilir. Ancak, öteki tür bıçaklar için, dövme işi, ağız, korkuluk ve sonradan ayrı bir sapın takılacağı yuvarlak ya da oval biçimli bir uzantının yapılmasını gerektirir. Pullanmaları (ısıtma sırasında oluşan oksitler) temizlemek ve pürüzsüz, tekdüze bir yüzey elde etmek için, bıçak ağzının iki yanı bilenir. Bu iş için, her tarafı aynı kalınlıkta olacak biçimde, ağzı bir bileyi taşına sürten makinalar kullanılır. Bu makinalarla aynı zamanda, sapa yakın olan ve kullanma sırasında en çok yük binen yerin dibinin biraz daha kalınca olması sağlanır.

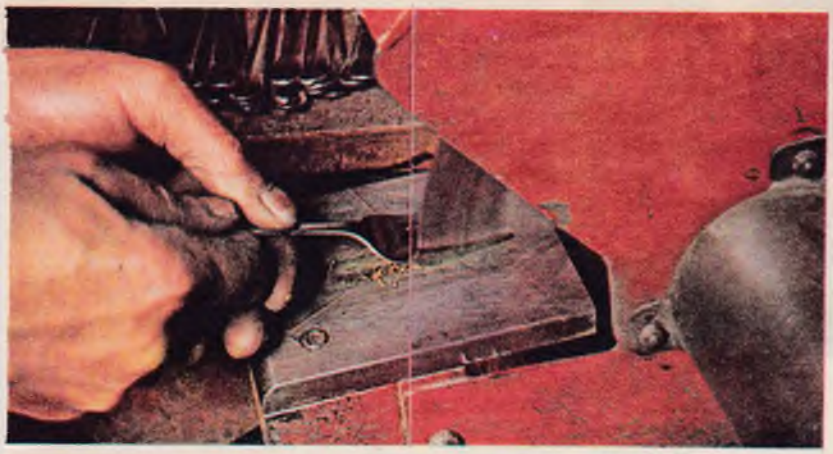
Ardından, cilalama işlemleri başlar. Bıçağın çeşitli kesimleri sırayla deri, branda ya da keçe ile kaplı döner tekerleklere sürtülür ve çeşitli, giderek inceltilen cilalarla cilalanır. Bu işlemlerin çoğu için, bıçakları tekerleklere tutacak makinalar kullanılır. Söz konusu makinalarla, bazen otuz kırk bıçak birden cilalanabilir.

Plastik saplar ya da tutacaklar, çoğunlukla enjeksiyonla kalıplanır. Bu saplarda, sapın takıldığı sap uzantısından biraz küçük birer delik bulunur. Metal olmayan öteki bıçak sapları ise tahta, geyik boynuzu, porselenden ya da ısı ve basınç altında plastikle pekiştirilmiş tahta varaklardan yapılır. Bunların delikleri sap uzantılarından çok daha geniştir ve bu uzantıya güçlü yapıştırıcılarla tutturulur. İyi nitelikli et bıçaklarında, sap uzantısı delikli ve yassıdır. Böylece, iki parçadan oluşan sap, bu uzantı araya alınarak birbirine perçinlenir.

Bazı metal sapların içi boştur ve paslanmaz çelikten, gümüş kaplama nikel-gümüşten (bir bakır, çinko, nikel alaşımı), hattâ saf gümüşten yapılır. Bu madenlerden incecik, dikdörtgen parçalara, bir pres ya da şahmerdan yardımıyla, iki kalıp arasında, soğukta biçim verilir ve kabuk gibi, bıçak sapı yarıları elde edilir. Bu yarılardan iki tanesi birbirine lehimlenince ya da kaynakla birleştirilince, sapın tamamını oluştururlar. İçi boş olan paslanmaz çelik saplar, bıçak ağzına genellikle kaynakla birleştirilir. Gümüş saplar, bir magnezyum çimentosuyla yapıştırılır; nikel-gümüş saplar ise korkuluğa ya lehimlenir, ya da bir yapıştırıcıyla yapıştırılır.

Bıçağın ucu, ince bir çarkta bilenip keskinleştirildikten sonra, kenarına yapanın adı yazılır. Kullanılan çeşitli marka vurma yöntemleri arasında asit ile aşındırma ve ELEKTROKİMYASAL İŞLEME sayılabilir.

Kaşık ve çatal üretimi: Çatal ve kaşıkların çoğu ya gümüş kaplamadır ya da tamamı paslanmaz çelikten yapılmıştır. Kaşık ve çatallarda kullanılan paslanmaz çeliğin özellikle sert olması gerekmediğinden, bunların içine hemen hiç karbon katılmaz ve en çok % 18'e kadar krom ve (daha pahalı tiplerde) paslanmayı önlemek için, % 8 ile % 10 arasında değişebilen nikel bulunur. Bu çelikler ısıl işlemlerle sertleştirilmez.



Bir cila çarkında çatal dişlerinin cilalanması. (üstte)

Isıtılmış çelik parçasının, güçlü bir preste iki sert çelik kalıp arasında sıkıştırılmasıyla elde edilen bıçak taslağı. (üstte solda)

Saf gümüş kaşıkların cilalanması. Bu gibi makinalarla yüksek dereceli cila yapılabilir. (üstte sağda)

Gümüş kaplama kaşık ve çatallarda, kaplanacak metal olarak genellikle nikel-gümüş kullanılır. Ancak, son yıllarda bakır fiyatlarının yükselmesi, bazı yapımcıları, paslanmaz çelik kullanmaya yöneltmiştir. Pek az sayıda kaşık ve çatal da, tümüyle saf gümüşten yapılır.

Daha ucuz bazı türlerde, yumuşak çelikten bir metal üstüne krom kaplanmıştır. Yumuşak çelik, içinde pek az karbon bulunan ve paslanmaz olmayan çeliktir. Sonradan, elektroliz yoluyla bakırla kaplanır. Bakır kaplamayı ise, pasa karşı koruması için daha kalın bir nikel kaplama izler; en sonra da krom kaplama gelir.

Kaşık ve çatal yapımı, bıçak yapımından, metalin biçim verilmek için ısıtmayı gerektirmemesi yönünden ayrılır. Bunlarda kullanılan metaller, bıçaklarda kullanılan sert paslanmaz çeliğe oranla daha kolay biçim alır.

Hangi metal kullanılırsa kullanılsın, üretim yöntemi hep aynıdır. Tatlı kaşıkları ve çatallar için 2,5 mm kalınlığında metal levhalar, şeritler halinde kesilir ve bunlardan, çatalın dış hatlarına benzeyen biçimler çıkartılır. Kaşığın çukurunu oluşturacak olan uç, bundan sonra enine çekilir, yani ağır çelik merdaneler arasından birkaç kez yanlamasına geçirilir. Böylece genişletilmiş, kalınlığı da sap kalınlığının yaklaşık yarısına indirilmiş olur. Çatallarda ise, enine çekme işlemi ya hiç uygulanmaz ya da pek hafif geçilir; çünkü çatal dişlerinin, saptan daha ince olması gerekmez. Çatalın dişleri, bir preste uzunlamasına parçalar çıkarılarak oluşturulur.

Özellikle çukur kaşıklar yapılmak istendiğinde, metali, soğuk çekmenin ortaya çıkardığı sertliği azaltmak için, «tavlama» adı verilen, bir ısıl işlemden

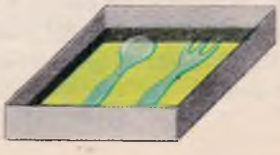
bıçak ağzına taşlanarak biçim verilir

bıçak ağzı bilenir

sap preslenir

bitmiş parçalar cilalanır ve yapımcının adı vurulur

sap preslenir



kaşık ve çatal elektroliz yoluyla kaplanır

Bıçaklar biçim aldıktan sonra, bilenmek ve cilalanmak için birkaç işlemden geçirilir.

geçirmek gerekir. Pullanmayı önlemek için bu tavlama işlemi, özel bir gaz ortamında, sözgelimi bir hidrojen ve azot karışımında yapılır. Böylece yüzeyler parlak kalır. Paslanmaz çelik, 1 050°C'a nikel-gümüş ise 700°C'a kadar ısıtılarak tavlanır.

Son biçim, kısmen biçimlendirilmiş parçanın çelik kalıplar arasına sokulmasıyla elde edilir. Bu kalıpların yüzeyi, kaşık ya da çatalın yüzeyini pürüzlendirip sonraki cila işlemini zorlaştırmaması için, pürüzsüzdür.

Giderek incelen bir dizi cila bandında, önce kaşık ve çatalların kenarları cilalanır. Cila bantları, çatal dişlerinin arasını cilalamakta da kullanılır. Geniş yüzeyler ise, döner cila ruloları arasında iki üç düzine parçayı birden cilalayan otomatik makinalara verilir. Bu cila ruloları, kaşık ve çatalların biçimine tam olarak uyabilmesi için yumuşak bir pamuktan yapılır ve üstlerine yağ karıştırılmış ince cila püskürtülür.

Kaplama kaşık ve çatallarda elektroliz işi, son ciladan önce yapılır. Parçalar organik çözücüler içinde iyice temizlendikten sonra, metal raflara ya da tellere asılır ve bir doğru elektrik akım kaynağının eksi ucuna bağlanır. Kaplama işi yapılmadan önce, metalin iyice yapışması için parçaların her türlü yabancı maddeden iyice temizlenmesi gerekir. Temizleme işleminden sonra, içinde elektrolit bulunan kaplama banyosuna sokulurlar. Kaplanacak metalden yapılmış anotlar da elektrolitin içine daldırılır ve doğru elektrik akımı kaynağının artı ucuna bağlanır. Anotlardan çatallarla kaşıklara aktarılan metal miktarı, gelen elektrik akımı ve kaplama süresiyle doğru orantılıdır. Bu yüzden, metal kaplama, gerçekte kolay bir iştir; ama bu metalin her yana aynı miktarda dağıtılmasını sağlamak, büyük ustalık ister.

ÇATALLI İSTİFLEYİCİ

Günümüzde fabrikalarda, depolarda ve büyük mağazalarda, malları istifleme amacıyla çatallı istifleyiciler (fork lift) kullanılır. Mallar, istifleyici çatallarının içine uzanabileceği biçimde, çoğunlukla tahtadan yapılmış sehpalara yerleştirilir. Böylece, ağırlıkları üç tona varan (hattâ aşan) yükleri bile kolayca taşımak, kaldırmak ve yerleştirmek olanağı bulunur.

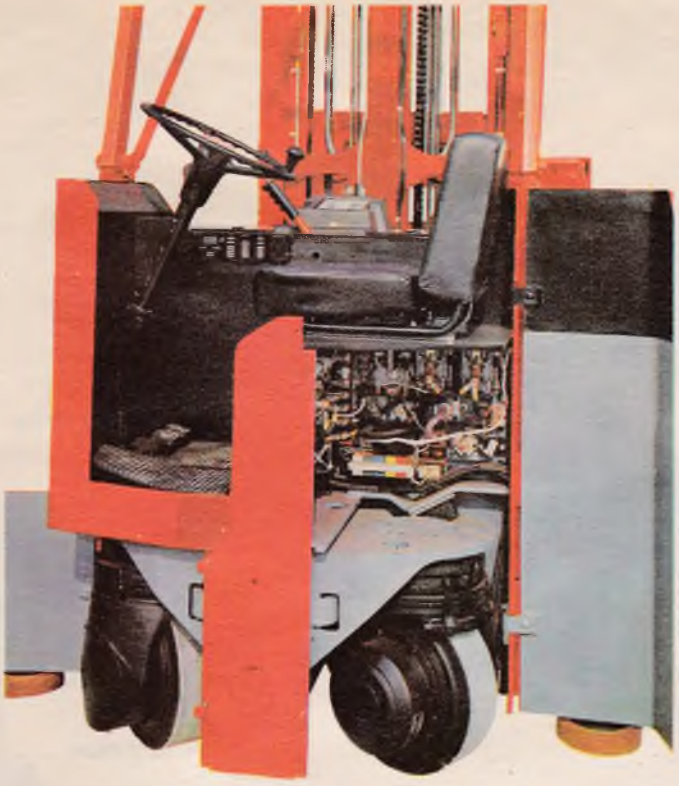
Çatallı istifleyiciler iki ana gruba ayrılır: *Genel amaçlı* istifleyiciler; *sık depolama* istifleyicileri.

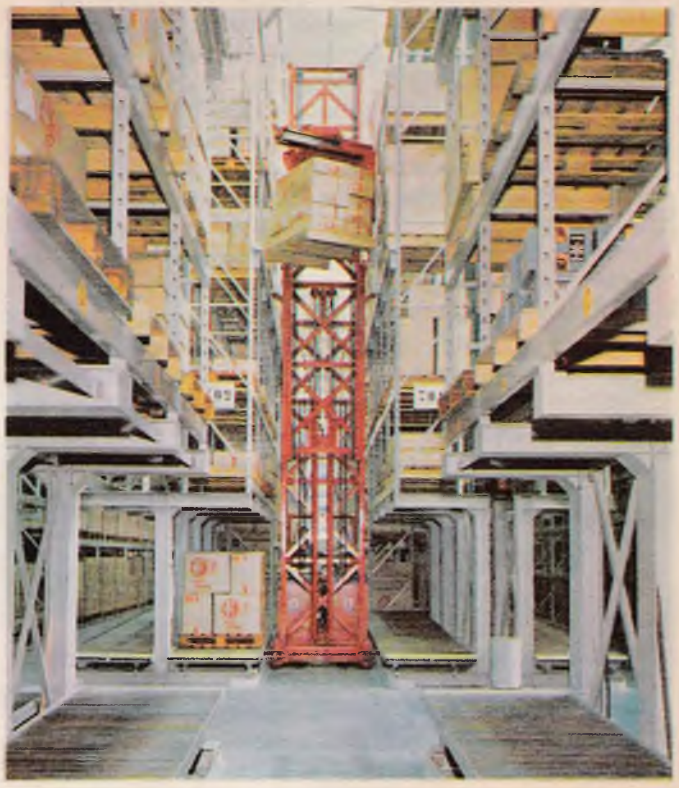
Genel amaçlı istifleyiciler: Bunlar aynı zamanda «*dengeli* istifleyiciler» diye de adlandırılır; çünkü yükün ağırlığı, aracın ağırlığıyla dengelenir. Aküyle çalışanları olduğu gibi, benzin motorlu, dizel motorlu ya da likit gaz ile çalışan tipleri de vardır.

Elektrikle çalışan modellerde, ağırlığı üç tonu aşan kurşunlu akümülatör, aracın dengelenmesini sağlayan ağırlığın büyük bir bölümünü oluşturur. Yarıiletken elektroniğinin sağladığı olanaklarla bu araçlar, şarj edilmeden, arasız 18 saat çalıştırılabilir. Aracın hiç durmadan çalışması istenirse, iki akümülatör takılıp, biri kullanılırken, ötekinin şarj etmesi sağlanabilir. Elektrikli istifleyiciler sessiz oldukları ve havayı kirletmedikleri için, besin maddeleri ya da ilaçların istiflenmesinde ya da kapalı yerlerde çok yararlı olur. Daha küçük istifleyiciler, üstlerine binen sürücüler yerine, aracın yanında, kumanda lövyesini kullanarak yürüyen operatörler tarafından kullanılır.

Motorlu istifleyiciler, büyük işyeri ve depolarda, malları taşıtlara yükleme amacıyla kullanılır. Moment dönüştürücü vites kutuları (Bk. OTOMATİK TRANSMİSYON), sarsıntısız hareket olanağı sağlar.

Manevra yeteneği yüksek, elektrikli çatallı istifleyici. 6 metre'den yükseklere uzanabilen bu araçta, kağıt bobinlerini tutma amacıyla özel bir hidrolik düzenek vardır. Bu düzenek yardımıyla bobini doksan derece çevirerek, doğrudan doğruya baskı makinasına yerleştirebilir.





Taretli istifleyicinin iki resmi. Soldaki resim sürücü yerini, transistörlü kumanda aygıtlarını ve her birinde birer vites kutusu bulunan ön tekerlekleri göstermektedir. Sağdaki resimde ise dar bir bölmede yükün çevrilmesi görülmektedir.

Araçlara istenirse havalı direksiyon ve kapalı kabin de takılabilir.

Genel amaçlarla kullanılan çatallı istifleyicilerde, havalı ya da dolma lastikler bulunur. Kaldırma düzeneğiyse hidrolik olarak çalışır. Elektrikle çalışan bir hidrolik pompa ya da motora bağlı bir mekanik pompa, hidrolik silindire ya da kaldırma pistonuna, denetim valfları aracılığıyla gerekli yağ basıncını sağlar. Çatallar çifte ya da üçlü bir sütun üstüne takılmıştır. Piston, çatalları zincir ve makaralar yardımıyla yukarı kaldırırken, bu sütun da yukarı doğru uzar. Sütun aynı zamanda, pistonlarla öne ve arkaya doğru eğilebilir. Gazete bobinleri ve ilaç fıçıları gibi kavranması güç yükleri kaldırmak için, uygun eklentiler de yapılabilir.

Dengeli istifleyicilerin kaldırma kapasiteleri, elektrikli olanlar için 500 kg'dan 5 000 kg'a, motorlular içinse 2 000 kg'dan 50 000 kg'a kadar değişir (en büyük modeller KONTEYNER TAŞIMACILIĞI'nda kullanılır). Çatallı taşıyıcıların çoğunda direksiyonların arka tekerleklere bağlı olması, aracın manevra yeteneğini artırır.

Sık depolama istifleyicileri: Yük taşıma araçlarındaki en son gelişme, sık depolama istifleyicisi ya da *dar açıklıklı* istifleyicilerdir. Elektrikle çalışan bu araçlara, *yüksek* istifleyici ya da *taretli* istifleyici denir. Elektrik ve hidrolik sistemleri genel amaçla kullanılanlarınkine benzeyen bu istifleyiciler, yerden kazanma amacıyla, malların elden geldiğince yükseklere istiflenmesi gereken yerlerde çalışmak için hazırlanmıştır.

Yüksek istifleyiciler bu adı, tüm sütun ve çatal biriminin yükü kaldırmak için yükselmesinden alır. Aracın tekerlekleri arasındaki uzaklık, aynı boydaki bir normal istifleyicininki kadardır; buna karşılık gövdesi daha küçüktür. Aracın gövdesinden ön tekerleklere kadar sütun ayaklar uzanır ve asıl sütun, bunun üstünde ileri geri hareket eder. Yük yerden alındıktan sonra, önce geri çekilerek, araç tekerlerinin içine alınır. Böylece istifleyicinin ağırlığı ve boyu, ilk duruma oranla üçte bir oranında azalır. Araç çok kısa mesafede dönebilir. Yüksek istifleyici sık sık geriye doğru hareket ettirildiğinden sürücü, araca yanlamasına oturur. Bu istifleyiciler ayrıca, hem normal istifleyici yerine kullanılabilir, hem de özel durumlar için uygun düzeneklerle donatılır.

Taretli istifleyicilerde sütun hareketsizdir. Buna karşılık, çatalları aracın her iki yanına doğru 90 derece döndürebilen bir taret mekanizması vardır. Taret döndükten sonra, çatallar yüke doğru uzanır. Aracın yüke doğru dönmesi gerekmediğinden, aks açıklığı, uzun istifleyicilerinkinden bile daha dardır. Yükün çapraz uzunluğuna bağlı olan bu açıklık, 1,6 metre kadar düşürülebilir.

Aks açıklığı bu kadar az olduğundan araç, ilerlediği koridor boyunca, iki yanında uzanan raylarla yönetilir (raylar aracın yanındaki makaralara otu-

Dizel motorlu çatallı istifleyici. Motor, aracın ön tekerleklerini çevirir. Böylece patinaj tehlikesi azalır; çünkü aracın ağırlığı ile dengelenen yük, arka tekerleklerden çok, ön tekerleklerin üstüne biner. Direksiyon ise motora bağlı olmayan arka tekerleklere kumanda eder. Çatalları çalıştıran hidrolik basınç, arkada yeralan motora bağlı bir pompayla sağlanır. Hidrolik yağ deposu aracın arkasındadır.

rur). Böylece, aracın koridor içinde bir sürücü tarafından yönetilme zorunluğu ortadan kalkar. Taretli istifleyiciler, yükü 9 metre yüksekliğe kadar kaldırabildiklerinden, sürücü, gözüyle belirleyemeyeceği yükseklikleri, tablo üstündeki bir düğme yardımıyla önceden ayarlayabilir.

Taretli istifleyici, büyük mağaza ve depolarda bütün boşluklardan kesinlikle yararlanma olanağını sağlamıştır.

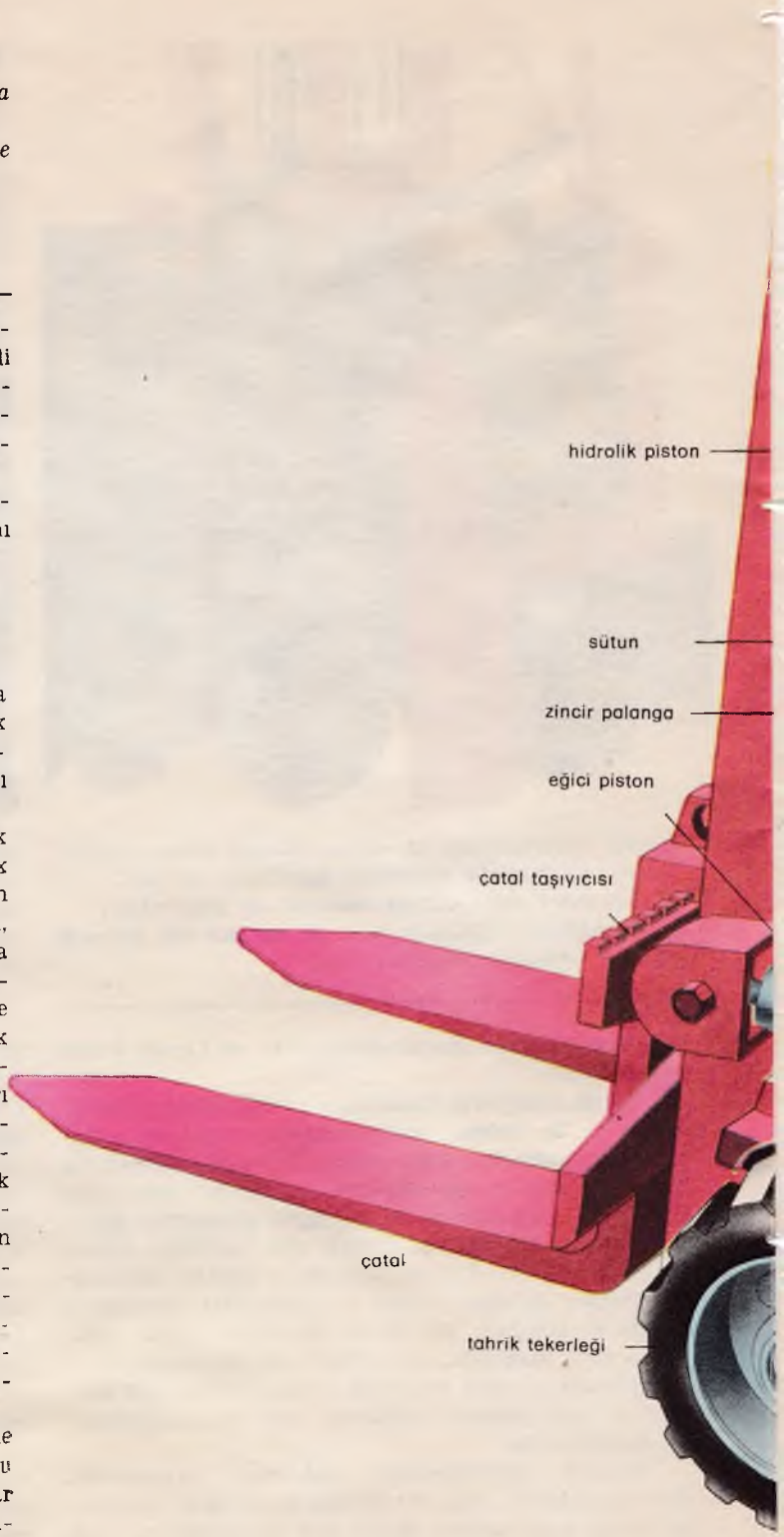
ÇEKİCİ

Çekici, arabaları çekmede ya da güç sağlamada kullanılan ve buharla çalışan yol lokomotifi olarak tanımlanabilir. Bu kavram günümüzde, buharlı silindirleri ve buharlı kamyonları da kapsar, ama buharlı otomobilleri (Bk. BUHAR MAKİNASI) içermez.

1801'de Richard TREVİTHİCK'in geliştirdiği ilk modelden sonra, XIX. yüzyılın ilk yarısında birçok yol lokomotifi yapıldı, ama bunların hiç biri yaygın olarak kullanılmadı. Taşınabilir buhar makinaları, kendi kendilerine hareket edemediklerinden atlarla çekilirdi. Bunlar, 1840'lardan sonra tarımda da kullanılmaya başlandı. Yalnızca bir tek yapımcı, 1845 ile 1856 yılları arasında bu araçlardan 2 200'den çok üretti. Bu makinalarla HARMAN MAKİNALARI, hızar tezgahları, PULLUK'lar ve DRENAJ kanalları açmada kullanılan hafriyat makinaları çalıştırılırdı. 1859 yılında, sonradan yaptığı buharlı arabayla üne kavuşan Rochester'li Thomas Aveling, krank mili ile arka tekerlekler arasına bir zincir yerleştirerek bu araçların hareket etmesini sağladı. Ön tekerlekler ise, aks'a takılan bir oka bağlanan at tarafından yönlendirilirdi. Aveling'in geliştirdiği modelin kısa bir süre sonra birçok taklidi çıktı ve taşınabilir çiftçi araçlarından türetilmiş bu çekici makinalar, yetmiş yıl boyunca önemli taşıt araçları olarak varlıklarını sürdürdü.

Yapım: Öteki buhar makinalarının tersine, ocak ile kazan, çekicinin başlıca parçalarını oluşturur. Bu parçalar LOKOMOTİF tipinde yapılmıştır ve 15 bar basınca dayanabilir. Yatay buhar makinasında üretilen güç, volana bağlanan bir kayış ya da dişli DEBRİYAJ ve dişliler aracılığıyla hareketi sağlayan bölüme iletilir. 8 bar kadar olan basınçlarda, tek silindirli makina kullanılır; ama daha yüksek kazan basınçları için iki silindirli *birleşik* makinalar gerekir.

Taşınabilir tiplerde olduğu gibi makina, kazanın üstünde yeralır. Bu yüzden buhar deposu, regülatör



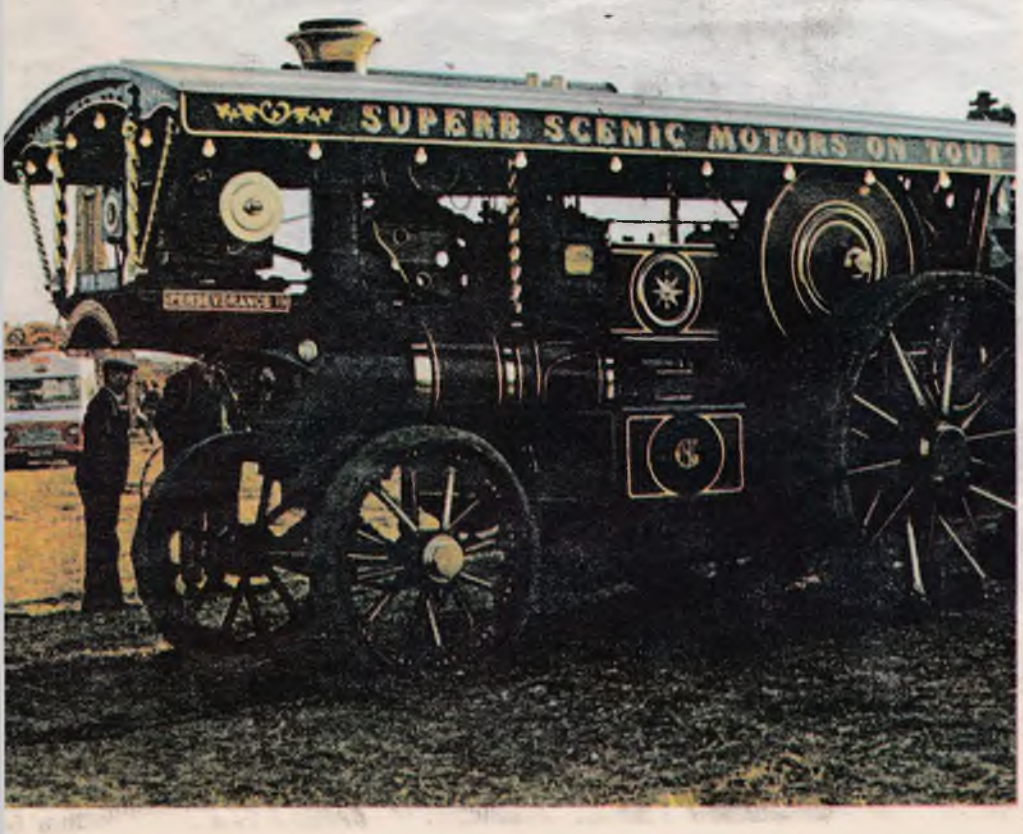
hidrolik
kumanda kolları
el freni
kumanda
tablosu
ayak freni
hava filtresi
dizel motoru
radyatör filtresi
radyatör
hidrolik pompa
vites kutusu
yakıt deposu
direksiyona bağlı
arka aks

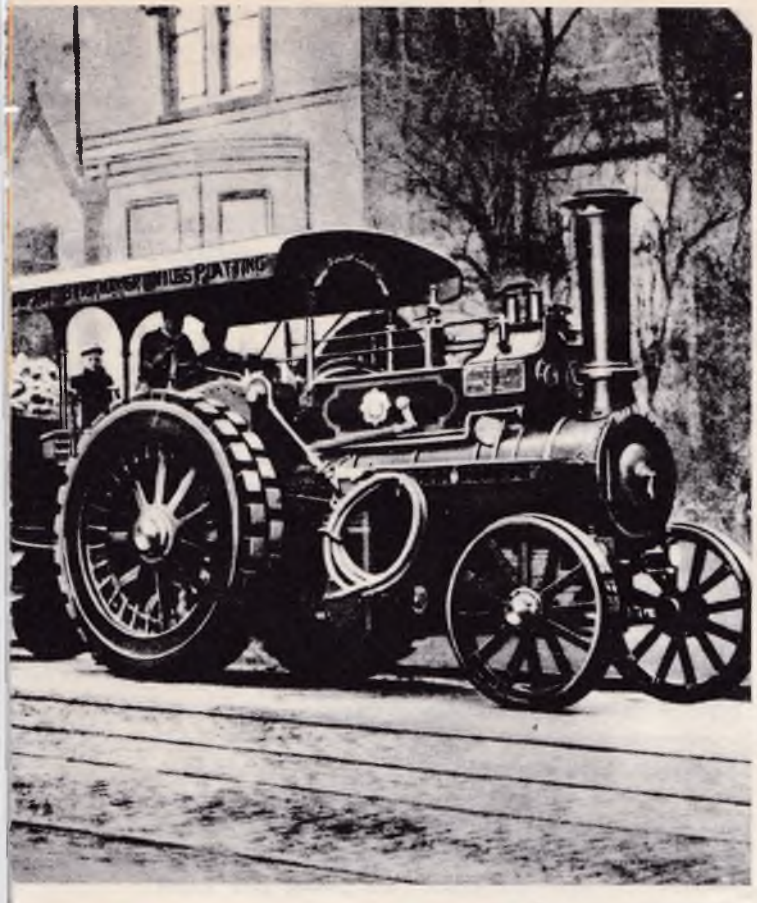
ve emniyet supabının lokomotifte olduğu gibi düzenlenmesi için yeterli yer kalmaz. Silindirler, sürgülü supap kutusu ve regülatör birleştirilerek, duman kutusunun bulunduğu uca yerleştirilir. Bu birleşik sistemin dış bölümü de buhar deposunu oluşturur ve emniyet supapları bunun üstüne yerleştirilir. Araç hareket halindeyken, regülatörü sürücü denetler; ama bir başka makinayı çalıştırırken, bu görevi kayışla çalışan bir merkezkaç REGÜLATÖR üstlenir.

İleri ve geri çalışma için kayan supapların hareketi, *Stevenson bağlantısı* ile sağlanır; ama demiryolu lokomotiflerinde çok önemli olan *kesme* (çalışma çevriminde buhar supabının kapandığı an) ayarını değiştirmek için, genellikle herhangi bir düzenek bulunmaz. Kesme ayarının değiştirilememesi, iki ya da üç hızlı dişli düzeninin takılmasını gerekli kılar. Bu

Üç yüklü vagon çeken çekici. Aracın yanında görülen hortum bir pompaya bağlanarak su doldurulurdu. Bu işlemin her 16 km'de bir yinelenmesi gerekmekteydi. (sağda)

Panayırlarda kullanılan bir çekici. Karavanların çekilmesinde kullanılan bu araçlar, aynı zamanda gösteriler için ışık da sağlardı. Resimde görüldüğü gibi, aracın önünde bulunan jeneratör, volana bağlı bir kayışla çalışırdı. (altta)





işlem, araç durduğu zaman devreye uygun, kayar dişliler yerleştirme yoluyla yapılır.

Birçok çekicide arka tekerleklere güç, DİFERANSİYEL'le iletildiği halde, bazı araçlarda daha kaba aygıtlar, hattâ bazı buharlı silindirlerde, keskin bir virajı dönmeden önce motora bağlı tekerleğin göbeğinden çıkarılması gereken pimler bulunur. Çekicilerin akslarına, çoğu zaman, aksın hareketi nedeniyle dişli kutusunda ortaya çıkan hareketlerin yumuşatılması için gerekli olan süspansiyonlar da yerleştirilmez. Frenler oldukça kabadır. Çoğunlukla arka tekerlek göbeklerini çevreleyen sürtünme kayışlarından ve volana bastıran vidaların sıkılmasıyla çalıştırılan bloklardan oluşur.

Bütün yoğuşturmasız buhar makinaları gibi, çekicilerde de büyük miktarda (kilometre başına 30 ile 60 litre arasında) su tüketilir. Yokuşlarda, ocağın üst

1870'ten kalma bir çekici. Bu araçlar özellikle toprağı sürmede kullanılır; saban, çekicideki bir vince bağlanan kablo yardımıyla ileri geri hareket ettirilirdi. Kablonun bağlandığı vinç tamburu, kazanın altında görülmektedir. (altta solda)

Volan (solda) ile silindirin (sağda) yakından görünüşü. Bunların arasında supap çubuğu bulunmaktadır. (altta sağda)

bölümünün ve buhar borularının sudan çıkmasını önlemek için daha da fazla su gerekir. Su, tepedeki su deposundan, lokomotiflerde kullanılan tipte bir enjektörle çalışan krank mili tarafından tahrik edilen bir besleme pompası aracılığıyla taşınır. Depolar 16 kilometrede bir, uygun bir kaynaktan doldurulur ve bu amaçla araçta *su taşıyıcı* adı verilen bükülebilir bir emme hortum bulundurulur.

Yönetme: Çekicilerde, başından beri özel bir direksiyon düzeneği kullanılırdı. Ön tekerlekler, dört tekerlekli tarım arabalarındaki gibi eklemli yapılırdı. Zincirin uçları aksın uçlarına bağlanır, orta bölümüyse, enine bir mil üstüne açılmış olan spiral biçimli yivlere sarılırdı. Mil döndüğü zaman, zincir bir yana sarılarak aksın bir ucunu çeker ve dönmesini sağlardı. Ortadaki enine mil ise, sürücü yerindeki elle döndürülen bir tekerleğe bağlı bir sonsuz vida aracılığıyla çevrilir ve tam dönme için birçok tur yaptırılması gerekirdi.

Buharlı kamyonlar: Buharlı kamyonlar yük taşıma ve bazen de römork çekme amacıyla yapılırdı. Bunlar, hareketli güç kaynakları ya da yollardan uzakta çalışacak makinalar olarak düşünülmemişti. Buharlı kamyonlarda kazan, şasinin bir bölümü değildir; ağır yük taşıyan öteki araçlarda olduğu gibi makina, yük platformuyla birlikte çelik bir şasi üstüne yerleştirilir. Taşıma kapasitesi dört ile sekiz ton arasındadır, ama altı tekerlekli bazı tipler on iki ton kadar taşıyabilir. Şimdi pek görülmeyen ilk modellerde zincirli direksiyon düzeneği olmasına karşılık, yenilerde çoğunlukla *Ackermann* DİREKSİYON DİŞLİSİ bulunur. Bu düzenek otomatik su besleme düzeni, regülatörler ve içten sıkıştırmalı frenlerle birlikte, aracın tek kişi tarafından kullanılmasını olanaklı kılar; ama çekicilerde hem bir sürücü, hem de bir yönlendirici bulunması gerekir.

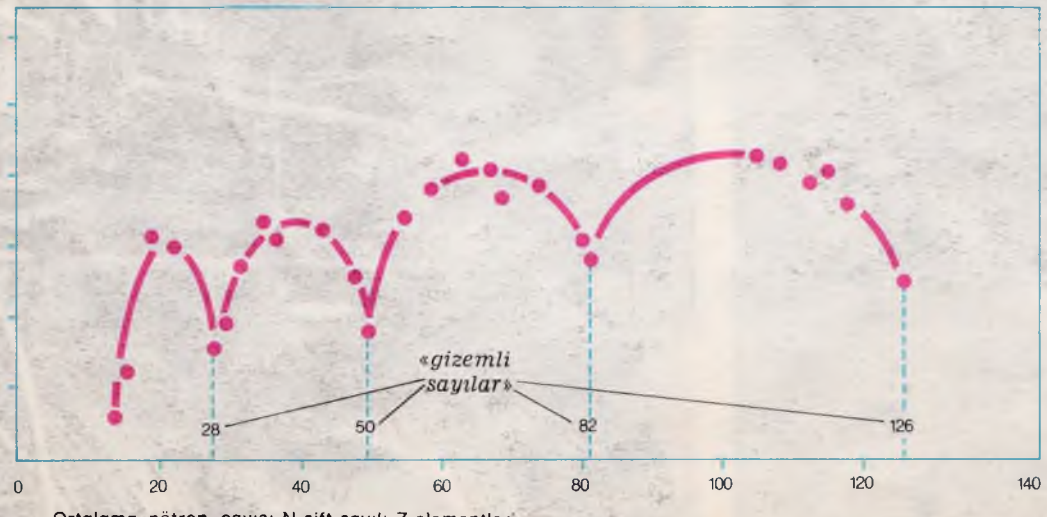
Üstten makinalı denilen buharlı kamyonlarda mekanizma, lokomotiflerde olduğu gibi, küçük bir kazanın üstünde yeralır. Genellikle birleşik olan makina, yüksek hız sağlayacak biçimde mekanik olarak yağlanmaktadır. *Alttan makinalı* denilen ikinci bir türde ise gövdenin arkasında, altta bulunan makina, tümüyle kapalıdır. Birbirine bağlı sürgülü supaplar yerine yaylı supapları bulunan ve paralel çalışan iki ya da dört yalın silindir vardır. Bu tür buharlı kamyonlarda, daha yüksek buhar basıncı sağlayan ve yüksek ısıtıcılarla donatılmış dikey kazanlar kullanılır.

ÇEKİRDEK

Çekirdek, ATOM'un ortasındaki, aşağı yukarı bütün kütlenin toplandığı bölümdür. PROTON ve NÖTRON'lardan oluşan atom çekirdeği, bir santimetrenin milyon kez milyonda biri kadar bir hacme sığabilir. Çevresinde dolaşan ELEKTRON bulutları ise, en az on bin kat daha büyük bir hacim içine yayılmıştır.

Çekirdekteki proton ve nötronların sayısı 1 ile 250 arasında değişir. Sözgelimi, HİDROJEN atomunda bir proton varken, *Fermiyum* atomunda 100 proton 150 nötron bulunur. Protonların sayısı, çekirdek çevresinde dolanan elektronların sayısına eşittir. Bu sa-

Fizikçiler bazı elementlerin ötekilere göre neden daha kararlı olduklarını araştırmışlardır. Atomun elektron sayısında da, kararlılığı belirten gizemli sayılar bulunmuştur. Bu sayılar peryodik çizelge maddesinde tanımlanmıştır. Bu çizim, çift sayılı protonlar (Z: çift sayılı atom numarası) içeren çekirdeğin nötron soğurma katsayısını (σ_i) göstermektedir. Yatay cetvelde ise, çekirdekteki ortalama nötron ($\bar{N}$) sayısı gösterilmektedir. σ_i değerinin düştüğü noktalar, aranan «gizemli sayılar»dır ve 28, 50, 80 ve 126 değerlerine karşılık gelmektedirler. Örneğin, atom numarası 50 ve nötron sayısı 126 olan kurşunun (Pb), on tane kararlı izotopu vardır. Kurşun, ötekilere göre en çok izotopu olan elementtir. Birçok radyoaktif element, bozunarak sonunda kurşuna dönüşür. Bu çizim, nötron soğurmasına göre yapılmıştır. Başka özelliklere göre yapılan çizimlerde de, benzer «gizemli sayılar» ortaya çıkar.



Ortalama nötron sayısı N, çift sayılı Z elementleri

Elementlerin çoğunun çekirdeği küreseldir. Ama bazı ağır elementlerin çekirdekleri, bir elipsoit biçimindedir. Resimde, bunların az raslanır iki örneği görülüyor. Bunlardan itriyum - 176 çekirdeği, basık bir disk gibidir ve orta bölümünde çıkıntılar vardır İkincisi samaryum - 154 çekirdeğidir ve birbirine yapışık iki nohuta benzer. İkisi de kararlı çekirdeklerdir. Bu biçimler «esnek saçılma» yöntemiyle ortaya çıkarılmıştır. Yöntem, alfa tanecikleriyle bombalanan büyük çekirdeklerin, kendi biçimlerini yansıtmak için üstlerine düşen tanecikleri saptırmaları ilkesine dayanır.

yı, elementin kimyasal türünü belirler. Belli bir proton sayısına karşılık nötron sayılarının farklı olması, aynı elementin çeşitli İZOTOP'larının oluşmasına neden olur. Genellikle nötron sayısı, proton sayısından çoktur. Ağır elementlerde bu fark daha da büyür.

Bazı çekirdekler çok kararlıdır. Sözgelimi, KURŞUN çekirdeğinde 82 proton ve 126 nötron vardır. Bu sayılar kararlılık açısından bir «giz» içermektedir: Böyle bir kararlılığa nasıl yolaçtıkları henüz anlaşılamamıştır. Çekirdeklerin bir bölümüyse kararsızdır (ya da radyoaktif). Bu duruma açık bir örnek, *plutonyum* çekirdeğidir. Radyoaktif çekirdekler ya iki proton ve iki nötron birden salarak «alfa bozunması»na ya da nötronlar ayrılırken elektron salarak «beta bozunması»na uğrarlar. Ender olmakla birlikte, bazen de bir çekirdek, FİZYON sonucu eşdeğer iki bölüme ayrılır.

Fizikteki en önemli buluşlardan biri, çekirdekte proton ve nötronun bir arada bulunduğunun anlaşılması olmuştur. Bu buluşla, doğada sürüp gitmekte olan yeni bir kuvvetin varlığı kanıtlanmıştır. 1930 başlarında, artı yüklü protonların nasıl birbirlerini itmeden bir arada durdukları ve yüksüz nötronların nasıl çekirdekte tutulduğu bilinmemekteydi. 1935'te Japon fizikçisi H. Yukawa, çekirdek içindeki bu bilinmeyen kuvvet üstüne bir kuram geliştirdi. Protonları sürekli birbirinden ayırmaya çalışan elektrik kuvvetten daha güçlü olan bu kuvvete, «güçlü kuvvet» adı verilmiştir.

Söz konusu kuvvet, proton ve nötronlar arasında *piyon* adı verilen hafif taneciklerin alışverişinden doğmaktadır. Çekirdek bir bütün olarak ele alındığında, piyonların varlığı gözlenemez. Ancak bir tanecik hızlandırıcısından (akseleratör) sağlanan yüksek enerjili taneciklerle bombalandıklarında ortaya çıkarlar. Bu tıpkı, bir oyun sırasında topu elden ele geçiren kalabalık bir oyuncu grubunun uzaktan izlenmesine benzer. Topun açık olarak görülebilmesi için, oyuncu gruplarının bölünüp, dağılması gerekir. Piyon alışverişi yalnızca kısa mesafelerde gerçekleşir. Bu da, çekirdeğin neden sıkı bir yapısı olduğunu ve «güçlü kuvvet»in, atom dışından proton ve nötron çekemezken neden çekirdek hacmi içine girebilen proton ve nötronları yakalayabildiğini açıklamaktadır.

Çekirdeğin genel özellikleri konusunda oluşan bilgi birikimi, «güçlü kuvvet»in enerji kaynağı olarak denetlenebilmesini ve çekirdek gücünü insanoğlunun kullanımına sunma olanağını sağlamıştır.

ÇEKİRDEK BÖLÜNMESİ Bk. FİZYON

ÇEKİRDEK KAVUŞUMU Bk. FÜZYON

ÇELİK ÜRETİMİ

Çelik, en çok kullanılan metaldir. Çeliği tanımlamak oldukça zordur, çünkü çeşitli biçimlerde üretilip çok değişik özellikler kazandırılabilir. Ancak, genel bir tanımlama yapmak için çelik, bir demir ve karbon ALAŞIM'ı (biri metal olan iki ya da daha çok kimyasal ELEMENT'den oluşan madde) olarak nitelenebilir. Bu alaşımın karbon oranı % 1,7'den yüksek olmayıp, genellikle % 0,2 ya da % 0,3 kadardır. Karbon çeliğe *sertleşebilirlik* özelliği kazandırır (Bk. ISIL İŞLEM). Kolay işlenebilir olma ya da gevreklik, ısı, korozyon ve kimyasal maddelerin yıpratıcı etkisine dayanma gibi değişik özellikler elde etmek için, çeliğe başka elementler de katılabilir.

Tarihçe: Karbonun sertleştirici özelliği, binlerce yıldır bilinmekteydi; ama bugünkü anlamda çeliğin ortaya çıkışı, 1740 yılında oldu. 1740'ta Benjamin Huntsman (1704-1776), karbon katılmış dövme demiri eritmek için yeni bir yöntem geliştirdi. Ama Huntsman çeliği, yalnızca küçük miktarlarda üretilebildiğinden, kullanım alanları sınırlıydı.

Büyük çapta çelik üretimini, 1856 yılında Sir Henry Bessemer (1813 - 1898) gerçekleştirdi (Bk. BESSEMER DEĞİŞTİRGECİ). 1857'de Sir William Siemens (1823-1883) ise, bir başka çelik üretim yöntemi olan *açık ocak* işlemini geliştirdi. Bu iki yöntemin bulunması sonucu, dövme demir kullanımı azalırken, çelik gelişti. Günümüzde dövme demir pek az üretilmektedir. % 7 tungsten içeren ilk gerçek *alaşım çeliği*, 1868'de, R.F. Mushet (1811 - 1891) tarafından yapıldı ve bunu başkaları izledi.

Günümüzde Bessemer yöntemi ve açık fırınlar hemen hemen kullanımdan kalkmıştır. Çelik, artık *oksijen* yöntemiyle ya da elektrik fırınında üretilmektedir. Ne var ki, çelik yapımının temel ilkeleri bütün yöntemlerde aynıdır.

Açık ocak çeliği: Çelik, *dökme demir*'den, yani

Bir açık ocaklı fırının kapıları. Oldukça alçak olan fırına hurda ve kireçtaşı ile erimiş demir konarak bir gaz ya da sıvı yakıt alevi üflenir. Tepkimeyi hızlandırmak içinse, suyla soğutulmuş bir boruyla oksijen üflenir. (üstte solda)

YÜKSEK FIRIN'da üretilmiş demirden yapılır. Dökme demirde % 3 ya da % 4 oranında karbon ve daha az oranlarda başka elementler, (özellikle kükürt, fosfor, silisyum ve manganez) bulunur. Ancak, karbon oranının % 3 - 4 olması bir zorunluluk değildir. *Yumuşak* çelik gibi bazı çok kullanılan çeliklerde, % 0,25 oranında bulunması yeterlidir. Karbon oranının istenilen yüzdeye indirilmesi, çelik yapımının önemli bir bölümünü oluşturur.

Uygulamada bu ayarlama, karbonun önce bütünüyle demirden ayrılıp, çelik eridikten sonra istenen oranda katılmasıyla yapılır. Öteki elementler çelik yapımında genellikle gerekli değildir, ama demir yapım sürecinde bir noktaya kadar denetlenebilirler. Demirde kalmış olabilecek küçük miktarda yabancı elementler de, çelik daha yapılırken, kireçtaşı gibi *eritkenler* ekleyerek ortadan kaldırılabilir.

Karbonu ayırmak için yalın bir kimyasal tepkimeden yararlanılır. Erimiş dökme demir, oksijenle temas ederse, oksijen ile karbon, karbon monoksit gazı olarak birleşir ve metalden ayrılır. Açık ocaklı fırında demir, sıvı gaz ya da bir petrol yakıtıyla ısıtılır. Ayrıca, demir filizi gibi oksijen bakımından zengin maddeler de, oksijen sağlamak için fırına eklenir. İs-

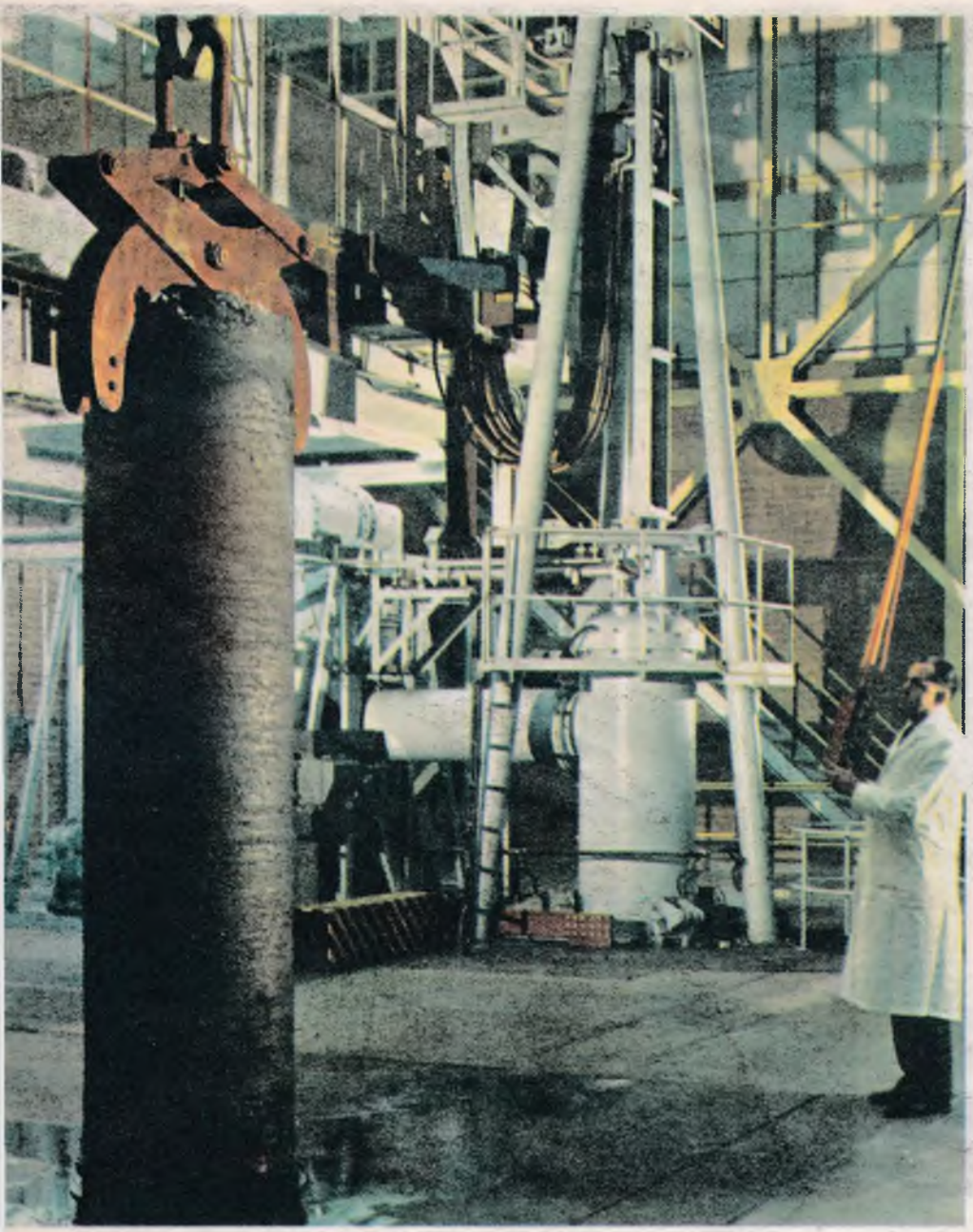
Bir temel oksijen değiştirgecinin tavanı. Bu yöntem Bessemer yönteminden türemiştir ve oksijen, metalin içinden üflenmek yerine, suyla soğutulmuş bir boru yardımıyla metal yüzeyine üflenir. (üstte)

Bir elektrik arkı fırını. Fırına soğuk hurda metal ve eritkenler doldurulduktan sonra tavan kapanır ve aşağı üç elektrot indirilir. Elektrik arkı oluşturularak, gerekli yüksek ısı elde edilir. (üstte sağda)

tenmeyen bazı elementlerle birleşmesi istenen eritkenler de gereken miktarlarda katılır. Sonuç olarak demir *karbonsuzlaşır*, yani karbondan arınırken, öteki elementler de eritkenlerin yardımıyla erimiş *cüruf* haline gelir. Çelik, fırından boşaltılırken cüruflar da atılır.

Temel oksijen çeliği: Açık ocaklı fırın etkilidir, ama hem yavaş çalışır, hem de yakıt bakımından masraflıdır. Bu nedenle, büyük miktarlarda çelik yapımında, temel oksijen çeliği yöntemi yeğlenmektedir. Bu yöntem hızlıdır ve *egzotermik* (tepkime sırasında ısı verir) olduğu için yakıt gerekmez. Günümüzde dünyada üretilen çeliğin % 60'tan çoğu bu yöntemle elde edilmekte ve bu oran gittikçe artmaktadır.

Temel oksijen çeliği yapımında, erimiş demir geniş bir kaba ya da içi ısıya dayanıklı ateş tuğlası kaplı bir *değiştirgeç*'e (konvertör) dökülür. Değiştirgecin yerleştiriliş biçimi, istendiğinde demiri dökebilmek için yan yatırılıp, bir sonraki işlem için yeniden dik hale getirilmesine olanak verir. Ucu, erimiş me-

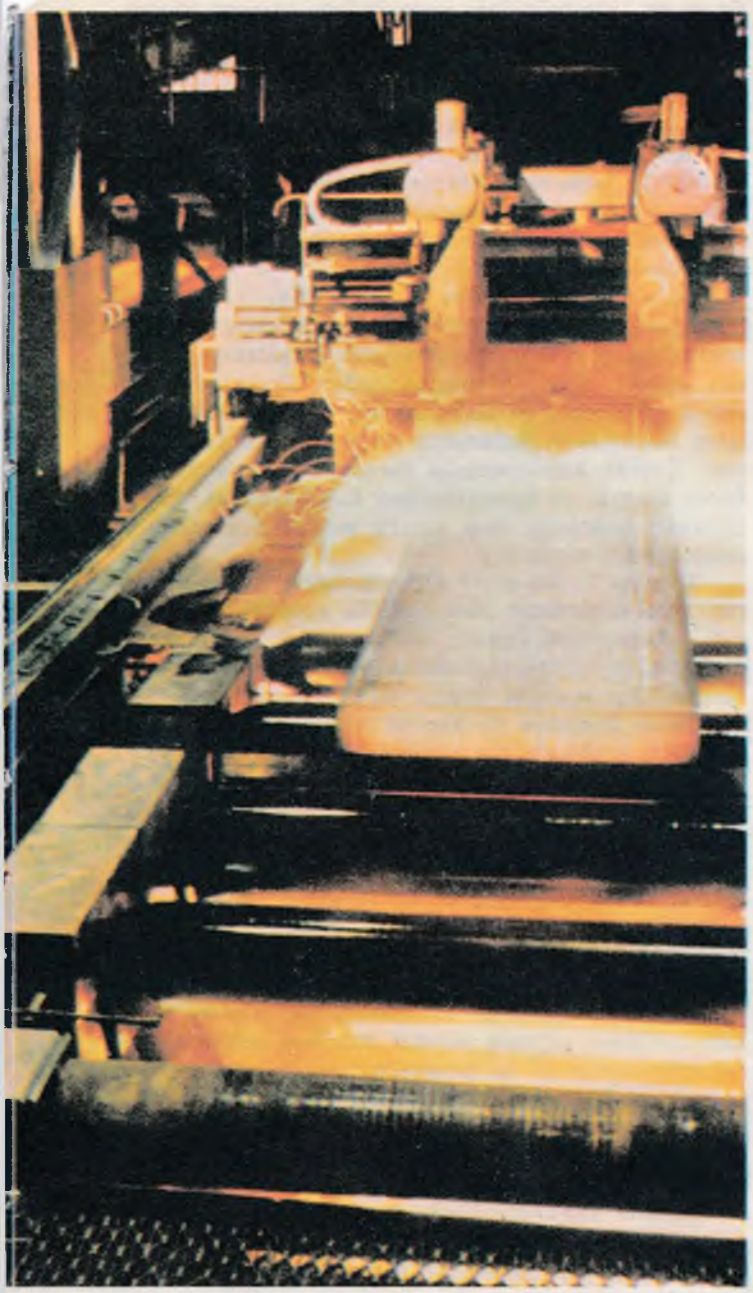


Arkada görülen vakum ark eritme fırınında yapılmış bir külçe. Bu işlem ESR işlemini andırır, ama ark, vakumda, çelik çubuk ile kalıbın dibindeki bir miktar çelik arasında oluşturulur ve cüruf kullanılmaz. (üstte solda)

talin tam üstüne gelinceye kadar değiştirgece sokulan ve suyla soğutulan bir borudan, oksijen üflenir. Erimiş demirde, oksijen ile karbon arasında çok hızlı bir tepkime olur. Üflenen oksijenin metalde yarattığı türbülans, kaptaki bütün demirin oksijenlenmesini sağlar.

Tipik bir oksijen çeliği değiştirgeci, 300 ton erimiş demir alır ve çelik yapım sürecini 30 dakikada tamamlar. Egzotermik tepkime, gerekenden de çok ısı sağlar. Hattâ çeliğin, 1 600°'C'lık erime sıcaklığını (çeliğin özelliğine bağlı olarak bu rakam değişebilir) çok aşmaması için, fırına bir miktar da soğuk hurda çelik atılır. Hurda çelik atma işleminin, sıcaklık ayarlama işlevinin yanında bir yararı da, eski ve yıpranmış çelik parçalarının yeniden işe yaramasını sağlamasıdır. Eritkenler (özellikle kireç), üretimin gerekli aşamasında katılır.

Oksijen üfleme işlemi sırasında, büyük miktarlarda karbon monoksit gazı ve duman ortaya çıkar. Bu gazlar, değiştirgecin üstündeki külah biçimli bacada toplanır ve vantilatörler yardımıyla dışarı verilir. Karbon monoksit ya başka işlemlerde yakıt olarak kullanılır ya da *yakma bacası*'nda yakılır. Öteki



Sürekli bir döküm makinasından çıkan çelik kalas. Erimiş çelik, düşey olarak duran ve suyla soğutulan bir kalıba dökülür. Katılaşan çelik, silindirler yardımıyla dışarı alınır ve döküm kesme hamlaçlarıyla istenen boylarda kesilir. (üstte)

gazlar, atmosfere atılmadan önce temizlenir. İşlemin sonunda, değiştirgeç yan yatırılarak çelik dökülür. Cürufu boşaltmak için de baş aşağı döndürülür ve böylece bir sonraki işleme hazır hale gelir.

Elektrikli fırın çeliği : Bazı yığın ve *tonaj* çelikleri ile aşağı yukarı bütün alaşımlı çelikler, elektrikli FIRIN'larda yapılır. Bu fırınlar arasında en önemlisi *elektrik arkı* fırınıdır. Silindir biçimli bu fırının açılabilen tavanından üç *elektrot* uzanır. Kapasitesi birkaç tondan, 130 ya da daha çok tona kadar olabilir. Belli ağırlıkta soğuk hurda çelik, bazen soğuk dökme demirle birlikte fırına doldurulur; tavan yerine yerleştirilir ve elektrotlarla bir ark oluşturulur. Ortaya çıkan yüksek ısı, fırındaki maddeleri kısa sürede eritir. Fırının yan duvarındaki bir kapıdan, özel bir doldurma makinası kullanılarak eritkenler atılır. Gereken miktarda alaşım maddesi de aynı yoldan verilir. İstenirse, gene bu kapıdan sokulan bir oksijen üfleme borusuyla, işlemi hızlandırmak için oksijen de verilebilir.

Tipik bir alaşımlama örneği, sofra takımlarında kullanılan paslanmaz çeliğin üretimidir. Bu çelik % 18 krom ve % 8 nikel içerir. Alaşım elementleri fırına, içerdeki maddeler eridiği zaman eklenir. Ark fırını, temel oksijen çeliği fırını kadar hızlı çalışamaz. İşlem süresi 3,5-4 saat kadardır, ama çeşitli biçimlerde kullanılabilir ve bazı alaşımlı özel çelik tiplerinin üretimine çok uygundur.

Bazı özel alaşımlı çelikler de, *elektrik indüksiyon* fırınlarında küçük miktarlar halinde üretilir.

Elektrik indüksiyon fırınlarının çalışması, temelde elektrik *transformatör*'lerine benzer. Transformatörde birincil alternatif elektrik akımı, ikincil bir akım indükler. İndüksiyon fırınında ikincil akım, ısıya dayanıklı maddeyle kaplı bir kapta erimekte olan metalde indüklenir. Fırının içinde soğuk metal ve alaşım maddeleri bulunur. Eriyen metaldeki elementlerin oranları, dikkatli ölçümlerle belirlenir. İndüksiyon fırınlarının hacmi 10 kg'dan 16 tona kadar değişebilir.

İndüksiyon fırınında yapılmış çeliğe örnek olarak *yüksek hız* çeliği gösterilebilir. Bu çelikten, torna ve başka takım tezgahlarında kullanılan kesici takımlar yapılır. Adını da, bu çelikten yapılan aygıtların başka metalleri kesme hızından alır. Yüksek hız çeliğine, özellikleri, tungsten ve başka elementler katılarak kazandırılır. Örnek olarak, bir tip hız çeliğinde % 20 tungsten ve % 10 kobalt vardır.

Döküm: Çelik, hangi yöntemle üretilirse üretilsin, fırından çıktığında sıvı haldedir. Küçük miktarlar halinde istenilen biçimlerin verildiği kaplara dökülerek çelik DÖKÜM elde edilir; ama genellikle, ilerdeki işlemlerde kullanılabilecek biçimlere sokulur. Eskiden, erimiş çeliği ağır dökme demirden kalıplara boşaltarak yapılan bu işlemle, çelik *külçeler* elde edilirdi. Daha sonra külçeler dövülerek ya da çekilerek plaka, saç levha, çubuk ya da profil gibi biçimler verilirdi. Bugün de aynı yöntem kullanılarak, çeliğin özelliğine ve yapılış biçimine göre 50 kg'dan 30 tona kadar külçeler yapılmaktadır (Bk. METAL ÇEKME).

Günümüzde üretimin % 15'ini kapsayan ve giderek gelişen yeni bir yöntem de, *sürekli döküm* yöntemidir. Erimiş çelik, bir yandan belirli bir hız ve oranda suyla soğutulan bir kalıba akıtılırken, öte yandan kalıbın altından mekanik yollarla çıkarılır. Dökülen parça otomatik olarak istenen uzunluklarda, oksijen ya da bir yanıcı gaz aleviyle kesilir.

Özel çelik işlemleri: Dünya çelik üretiminin bü-

yük bölümünde temel oksijen çeliği ya da elektrik arkı yöntemleri kullanılmakla birlikte, daha ileri düzeyde işlem görmesi gereken bazı çelikler vardır: Örneğin uzay, nükleer güç, petrokimya alanlarında kullanılan çelikler gibi. Bunlar, genellikle elektrikli fırınlarda üretildikten sonra, çelikte kalmış gaz ve yabancı maddelerin çıkarılabilmesi için işlenirler.

İşlem, değişik biçimlerde yapılabilir. Bunlardan biri, çeliği vakumda yeniden eritmektir. Erime sırasında çıkan gazlar vakum pompaları yardımıyla çekilip alınarak, çelik «temiz»lenir. Giderek yaygınlaşan bir başka yöntem de, elektrik ve cüruf yardımıyla işleme (ESR) yöntemidir. Erimiş cüruftan bir havuzun içine batırılmış olan çelik çubuğun bir ucunda, elektrik arkı oluşturulur. Çubuğun ucu eriyerek, damlalar halinde cüruftan geçer ve yabancı maddelerden «arınmış» olur. Erimiş metal, suyla soğutulmuş bir kalıpta çubuk halinde katılaşır ve gereken işlemlerde kullanılır.

ÇEVRE KİRLENMESİ DENETİMİ

Çevre kirlenmesi denetimi, çevrenin çeşitli sanayi, tarım ve ev artıkları gibi kimyasal ya da fiziksel yollarla kirlenmesi üstünde denetim kurmayı amaçlayan işlem ve teknikleri tanımlar. Gelişmekte olan bu geniş konuda, bilim ve teknik önemli, ama belirleyici olmayan bir rol oynar. Çevre kirlenmesi denetiminin gerçek anlamda başarılı olması için ekonomik, hukuksal, toplumsal ve siyasal alanlarda da etkili önlemler alınmalıdır.

Birçok ürününden yararlanma amacıyla insanoğlu, yüzyıllar boyunca havası, suyu ve toprağıyla onu çevreleyen doğayı kullanageldi. Doğa onun için, aynı zamanda, sözgelimi yaktığı odun ya da kömürün dumanı gibi bazı istenmeyen yan ürünlerin atılacağı uygun bir depo görevi de yaptı. Söz konusu işlemler, sınırlı ölçekte ve çok yaygın olmadığı sürece pek zararlı olmuyordu. Ancak son yüzyılda, yüz milyonlarca insanın rahatını sağlamak için, dünyadaki yakıt ve öteki kaynakların tüketiminde görülmemiş bir artış oldu. İnsanın çevresine bağımlılığı ve giderek çevresinin bilincine varışıyla birlikte düşünüldüğünde, bu çözüm yolunun artık doyurucu olmaktan çıktığı anlaşıldı.

Geçtiğimiz on yılda konuya verilen önem, gözle görülür biçimde artmışsa da, bilim ve tekniğin yeni ürün ve hizmet sunma uygulamaları, bu uygulamaların geniş çapta zararlı yan etkilerine karşı geliştirilen çalışmaların çok ilerisindedir.

Yerel ve büyük çaplı kirlenme: Yerel kirlenmenin yarattığı en ciddi sonuçlar, geniş yerleşim ve sanayi bölgeleri çevresinde görülmektedir. Evlerden, fabrika ya da elektrik santrallarının bacalarından dışarı verilen toz, duman ve zehirli gazlarla, egzoz dumanları, havayı bozduğu gibi, solunuma da zarar verir. Havanın durgun olduğu dönemlerde hava kirlenmesi, özellikle solunum yolları hastaları, çocuklar ve yaşlılar üstünde öldürücü etkileri olan boyutlara yükselir. Ev ya da fabrikalardaki yetersiz kanalizasyon sistemleri, kirletilmiş topraklarda oluşan kaçaklar ya da dikkatsizce akıtılan zehirli artıklar, ırmak ve su yataklarında sualtı canlılarının yaşamasını olanaksız kıldıkları gibi, bu yerlerin eğlence ya da sulama amaçları için kullanımını da engeller. Bunların çoğuna, yaptığının farkında olmayan bireyler ve küçük şirketler neden olur. Sözgelimi, yasaklanmış olmasına karşın atılan siyanür, son zamanlarda üstünde önemle durulan bir konudur.

Bazı akarsuların organik artıklarla kirletilmesi, bu sularda yangın tehlikesinin başgösterdiği bir düzeye ulaşmıştır. Organik artıkların mayalanması, metan gazının açığa çıkmasına neden olmaktadır. Tarımda kullanılan gübre, ırmaklara akarak zararlı otların büyümesini hızlandırır ve suyun akışına engel olur. Toprak kirlenmesinin yarattığı yerel tehlikelere örnek olarak, su kaynaklarının kirlenmesi ya da yetiştirilen bitkilerin bazı zararlı maddeler tarafından zehirlenmesi verilebilir.

Bugüne kadar çevre kirlenmesinde en büyük uğraş, yerel sorunların azaltılmasına yöneltilmiştir; ancak, uluslararası, hattâ dünya çapındaki sorunlar da ciddi boyutlara ulaşmıştır. Bu, özellikle hava ve su gibi ülke sınırları ötesine de uzanan ortamlar için geçerlidir. İngiltere ve Avrupa'daki bacalardan çıkan sülfürlü artıkların bir bölümünün, İskandinavya'ya bir asit yağmuru olarak yağdığına ve buradaki toprağın yapısı nedeniyle tahıl üretiminde önemli sorunlar yarattığına inanılmaktadır. Ren ırmağı Kuzey Denizi'ne ulaşmadan önce, dört ülke tarafından kullanılmakta ve kirletilmektedir. Daha geniş çaplı olarak AEROSOL biçiminde kullanılan (örneğin, saç spreyleri) kloroflüorometan bileşiklerinin, klor atomlarının yaptığı katalizör etkisiyle, stratosferdeki ozon tabakasını zayıflatabileceği hesaplanmıştır (ozon tabakası canlıları, güneşin yaydığı morötesi ışınların fazlasından korur ve bu tabakadaki bir zayıflama, deri kanseri olaylarında artışa neden olabilir). Öte yandan, kağıt gibi çürüyüp giden plastiklerin geniş ölçüde kullanılması ve güvenilebilirliği üstünde de canlı bir tartışma sürmektedir.

Bilimin yapabilecekleri: Çevre kirlenmesi denetiminin aşağıda belirtilen alanlarında, bilim ve teknik, yöntem ve araç sağlamada vazgeçilmez öğelerdir. Bu yöntemler arasında, çevredeki kirlenme ölçümü (buna bazen, «gözleme» adı da verilir), olası tehlikelerin saptanabilmesi için karşılaştırma derişikliklerinin çıkarımı (örneğin, kamu sağlığına ilişkin olarak), artıkları, saflaştırma birimleri kurarak ya da kendi yapısına uygun daha temiz işlemler geliştirerek, kaynağında yok etme ve denizlerdeki yağ kalıntıları gibi özel sorunlarda kullanılan eldeki bilgi ve gereçler sayılabilir.

Bütün bu alanlarda önemli çalışmaların yapılmasına karşın, daha yapılacak çok şey vardır. Kirlenmeye neden olan ya da kirlilik derişikliğini artıran öğelerin sayısı öylesine çok, bunların kullandığı aygıtların maliyet ve güvenilirliği gibi pratik sınırlar öylesine geniştir ki, çağdaş bilimde adı geçen hemer

Kanada'daki bu ırmağın kaynağa yakın bölgelerindeki altın madenlerinin kapatılmasından yirmi yıl sonra, altın özütleme işlemlerinde kullanılan siyanürün etkisi hâlâ sürmektedir.

her dalın, bir çözüm bulabilme çabasına katkısı olması gerekir. Sözgelimi, atmosferdeki kirlenmenin gözlemlenmesinde, nötron etkinleştirmesi gibi nükleer fizik yöntemleri ve likenlerin büyüme hızı üstündeki biyolojik çalışmalar kullanılmaktadır. ELEKTROSTATİK ve bakteriyolojik büyüme, artıkların denetimi için, ELEKTRONİK, istatistik ve tıp ise, karşılaştırma düzeylerinin çıkarımı amacıyla yararlanılan bilim dallarıdır.

Bazı gözlem aygıtları: Çevresel gözlem, kirlenme denetiminde birçok yönden önemli bir etkendir: Önce, karşılaştırma düzeyleriyle bağlantılı olarak, olası tehlikelerin doğrulanmasını ya da yanlışlanmasını sağlar; sonra, yeterli bir süre uygulandığında, yeni denetim çarelerinin çevrenin gelişiminde nasıl etkili olduğu anlaşılır; ayrıca, kirletici madde derişikliği üstüne veri sağlayabilir. Bunlar, gözlemlenen sonuçlarla birlikte (örneğin, belli bir hastalığın ortaya çıkışı) karşılaştırma yapılması için gereklidir. Çoğunlukla, en elverişli ve en kolay bulunabilen gözlem aracı, insan duyularıdır. Bunlar, bazı kirleticilere karşı büyük ölçüde duyarlıdır (sözgelimi kokulara); ancak, ağır metal kirlenmelerine ya da karbon monoksite karşı etkisiz kalırlar. Ayrıca, duyarlıkları mutlak olmaktan çok, görelidir; bu yüzden yorum ve güvenilirlikleri konusunda kuşku yaratırlar. Gene de, dikkatli bir gözlemle, birçok kirlenme tehlikesi sezilebilir. Bazı canlı türlerinin sayısı, kirlenme düzeyleriyle yakından bağıntılıdır Akarsuda solucan, böcek, hattâ alabalık ve sombalığı sayısı saptanarak, kirlenme düzeyi ölçülebilir.

Havaya, suya ve toprağa uygulanabilen yaygın bir gözlem yöntemi de, belirli noktalardan örnek toplayarak, bunları laboratuvarlarda ayrıntılı olarak incelemektir. Laboratuvarda mikroskop, KROMATOGRAF, atom ve gama ışını TAYFÖLÇÜMÜ, X ışını FLUOROSKOPİ'si ve nötron etkinleştirme yöntemi gibi kimyasal ve fiziksel yollar kullanılabilir. Böylece, hem kirleticiler tanımlanır, hem de derişiklikleri ölçülür.

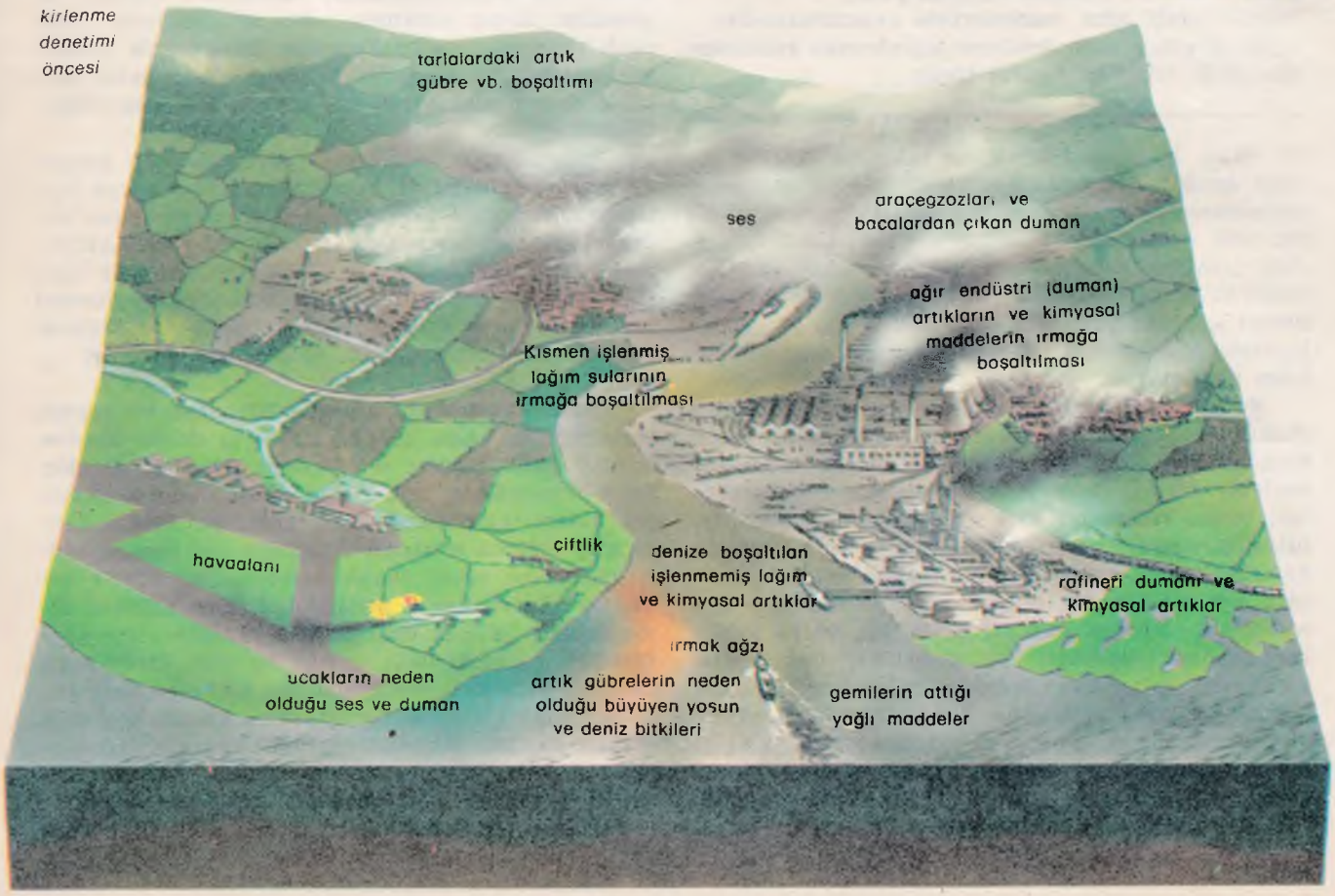
Çevre kirlenmesine yolaçan herhangi bir madde derişikliğinin, bazen bir gün içinde ya da bir günden ötekine gözle görülür bir biçimde değiştiği görülür. Böyle durumlarda belli noktalardan alınan örnekler pek anlam taşımayacağından, geniş bir zaman biriminden ölçülen ortalama değişimler söz konusu edilmelidir. Buna örnek olarak, atmosferdeki günlük ortalama kükürt dioksit derişikliğini ölçen aygıtlar düşünülebilir. Küçük maddelerden arıtmak için önce filtreden geçirilen hava örneği, bir gün boyunca bir hidrojen peroksit çözeltisi içinden değişmez hızla geçirilir. Kükürt asidine dönüştürülen kükürt dioksitin miktarı da, tam standartlaştırılmış sodyum karbonat çözeltisi karşılaştırma maddesi olarak kullanılarak, «titre etme» (Bk. ÇÖZÜMLEME, KİMYASAL) yoluyla saptanır. Ortalama kükürt dioksit derişikliği, geçi-

rilen havanın hacmi ve açığa çıkardığı kükürt asidi miktarı bilinerek bulunabilir.

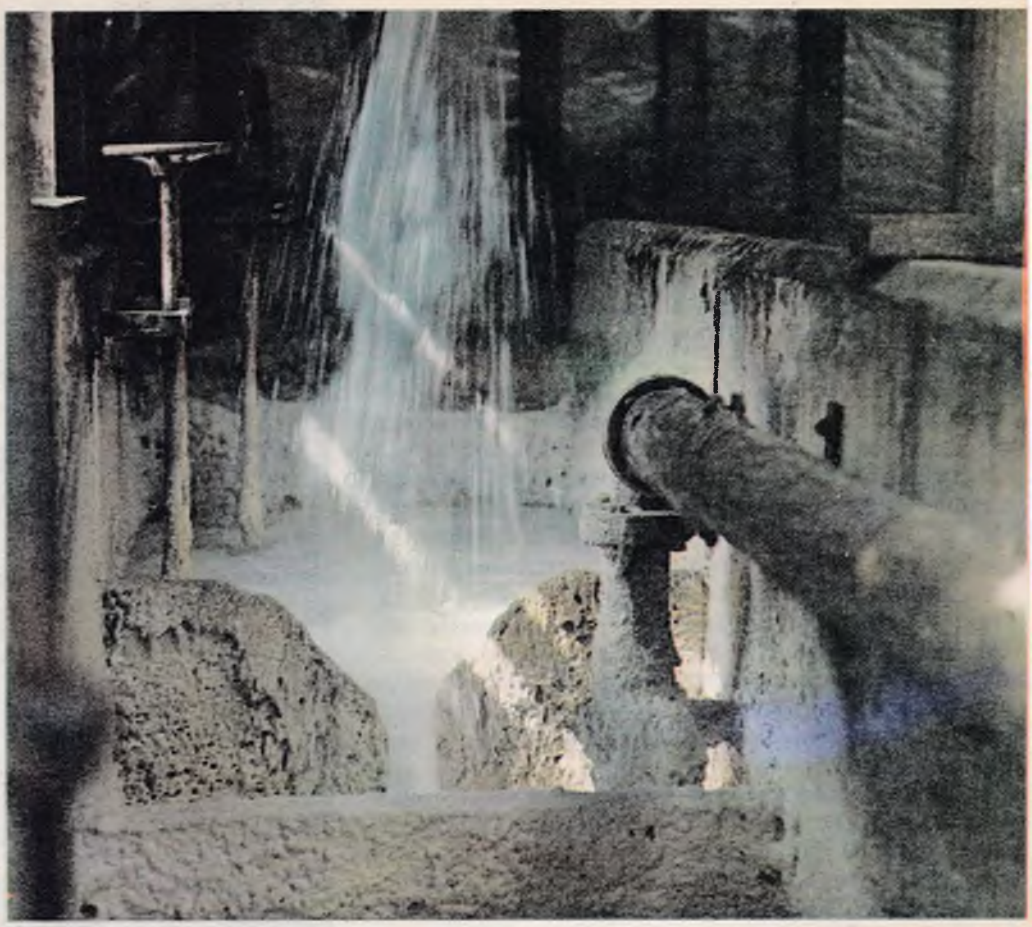
Rüzgar hızının ve yönünün sık sık değiştiği bölgelerde, kirlenme düzeyinin aşağı yukarı her dakika belirlenmesi gerekir. Toz ve duman derişikliğini ölçmede kullanılan bir araç, günümüzdeki bazı saatler gibi, titreşen billurlardan yararlanır. Hava örneği, yüksek gerilimden geçirilir ve toz parçacıkları orada elektrikle yüklenerek billur yüzeyinde birikir. Billur titreşimi, biriken tozun ağırlığına oranla yavaşlar. Bu etki, elektronik aygıtlarla ölçülerek kaydedilir.

Kirlenmeye neden olan herhangi bir maddenin derişiklik düzeyini kaynağında sürekli olarak ölçen aygıtların geliştirilmesi, hem yorum amacıyla veri toplayan, hem de artık çıkarımının nasıl denetim altına alınacağını karşılaştırmada yararlı olan, ileri gözleme sistemlerinin yapımını olanaklı kılar. Su kirlenmesiyle ilgili bir sistem, bir ırmağın ya da bir

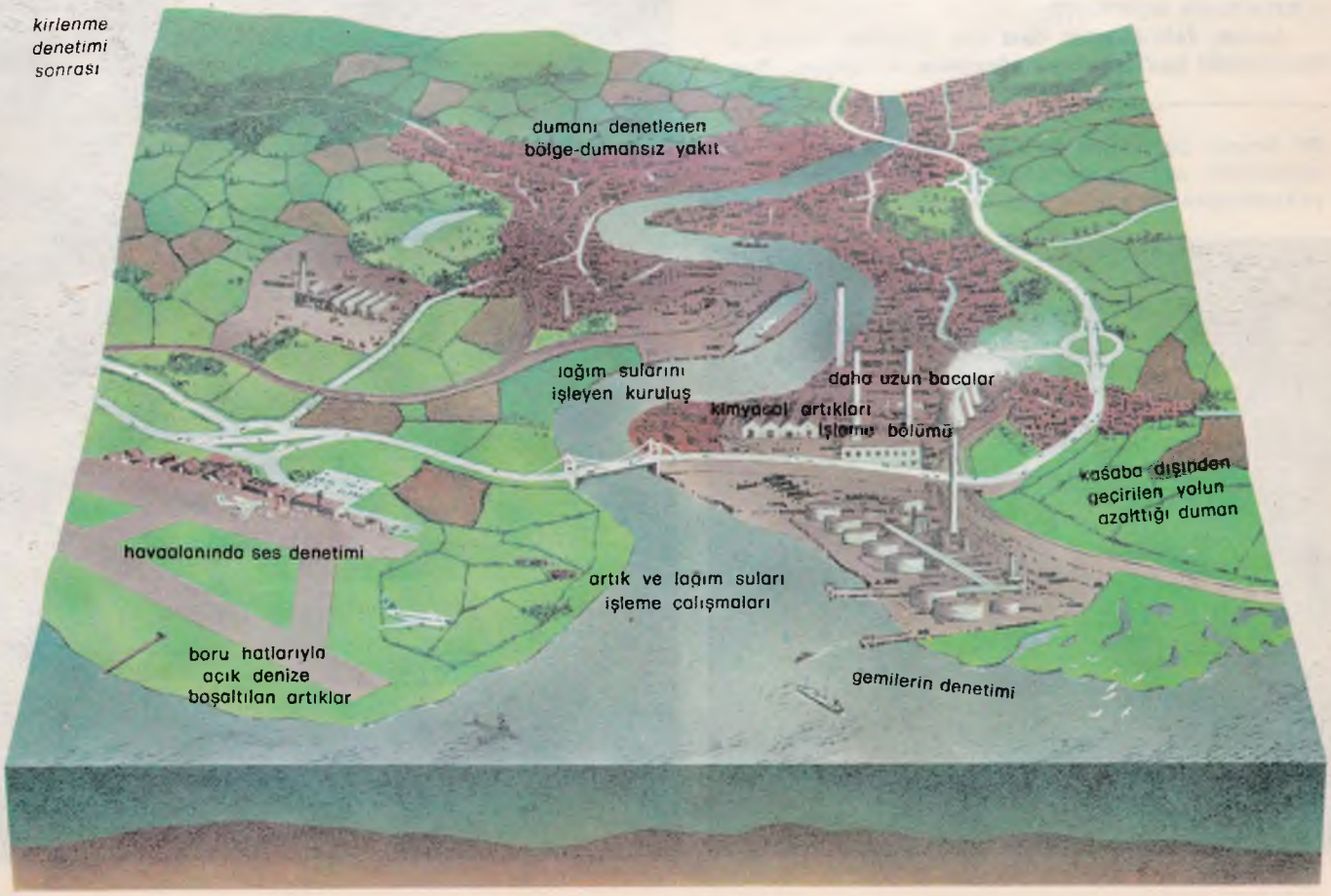
Bir akıntıdaki çözünmüş oksijen miktarının, oksijenin elektrotlar arasında oluşturduğu direnç ilkesine dayanılarak ölçümü. Ciddi biçimde kirletilmiş akarsular, oksijenin tümünü yitirerek, kendi kendilerini biyolojik olarak arıtma olanağından da yoksun kalırlar. (sağda)



Artıklardaki bir kısım tortular, çökeltme tankları kullanılarak temizlenebilir. (sağda)
Küçük bir kasabanın, kirlenme denetimi uygulaması öncesi ve sonrası görünümü. İlerleme sağlanan ana bölgede, alçak yerleşim alanları, dumansız yakıt ve uzun baca kullanımı yasalaştırılarak, olabildiğince fabrika dumanlarından arıtılmıştır. Irmaklar ve su yolları, lağım sularının işlenmesiyle ve fabrika ile tarım artıklarının sınırlandırılması ya da bunların boru hatlarıyla açık denize boşaltılması yoluyla temizlenebilir. (altta solda) ve sağda)



kirlenme denetimi sonrası



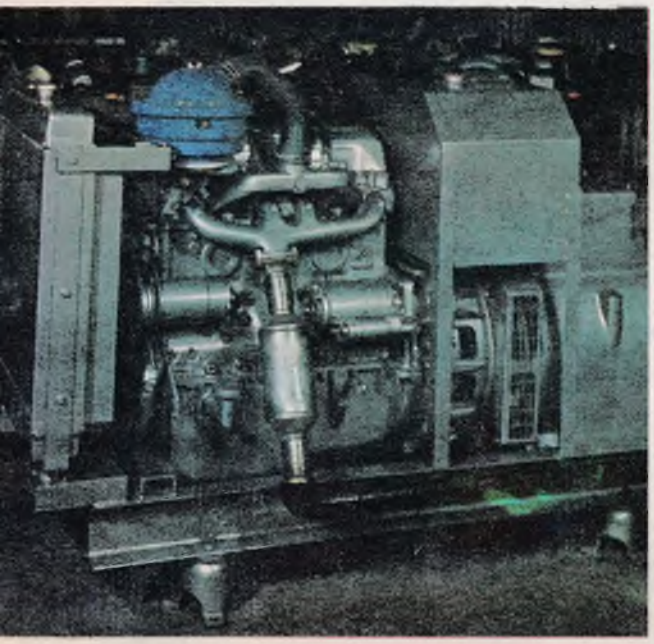
akarsu ağının dikkatle seçilmiş noktalarına yerleştirilen gözlem merkezlerinden oluşur. Her merkezde asitlik, elektrik iletkenliği, suda çözülen oksijen oranı, klor derişikliği, bulanıklık (saydamlık) ve sıcaklık ölçülür. Veriler, genellikle telefon aracılığıyla ana denetim odasına gönderilir. Orada sonuçlar, anında incelenmek için bilgisayarlara verilir ve bültenler elektrikli ekranlarla insanların değerlendirmesine sunulur.

Artık çıkarımının denetimi: Yerel kirlenme sorunları, artık miktarlarında herhangi bir sınırlamaya gitmeden de çözülebilir. Sözgelimi uzun bacalar, zararlı gazların, dışarı verilmeden önce, kabul edilebilir bir düzeye düşürülmesini sağlar; egzoz dumanı sorunu, dış yollarla ve trafik denetimiyle azaltılabilir ya da fabrika artıkları, uzun bir boru hattıyla açık denize boşaltılabilir. Ancak bu tür çözümler, genel olarak düşünüldüğünde, hiç de yeterli değildir. Atmosfer, okyanus ve karaların, bir kez tehlikeli oranda kirletildiğinde, insanoğlu tarafından temizlenebilme olasılığı yoktur. Dolayısıyle, çevre açısından en güvenli yöntem, çevre kirlenmesine yolaçan maddelerin, kaynağında azaltılmasıdır.

Gözlemde olduğu gibi, kirlenmeye neden olan kaynakların çok farklı özellikleriyle başa çıkabilmek için birçok yöntem geliştirilmiştir. Toprağa ve su yollarına bırakılan artıkların denetiminde başta gelen yaklaşımlar, ÇÖPLERİN TOPLANMASI VE YOKEDİLMESİ ve LAĞIM SULARININ TEMİZLENMESİ başlıkları altında toplanabilir.

Ancak, fabrikaların bazı sıvı artıkları, lağım işlemlerindeki bakteriyolojik süreçlerle arıtılamaz. Bun-

Bir binada kullanılan bu dizel jeneratörünün egzoz sisteminde, karbon monoksidi ve hidrokarbonları yükseltgeyen bir platin katalizör bulunmaktadır.(altta)



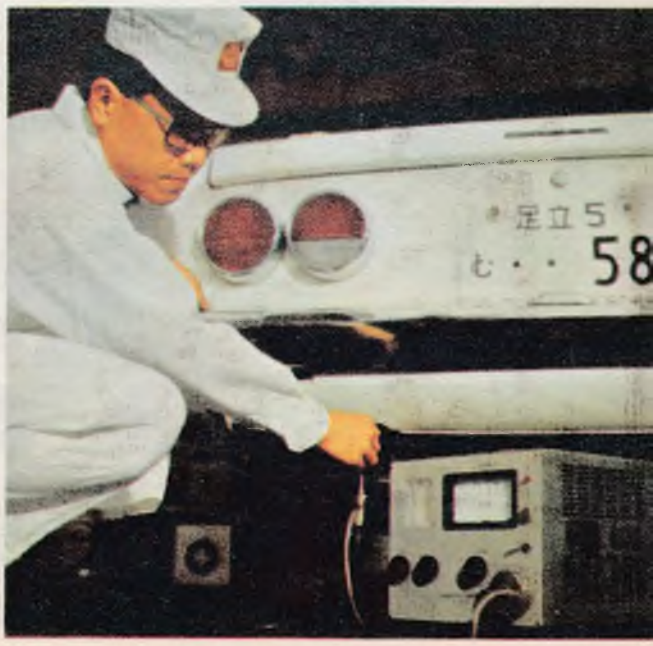
lar için, ELEKTROLİZ, asit ya da bazla yansızlaştırma, buharlaştırma ya da yakma gibi kimyasal ve fiziksel yöntemler kullanılmalıdır. Birçok durumda, artıktan çıkan madde yeniden sisteme sokularak, arıtma sistemlerinin işletme maliyetleri karşılanabilir. Metal eşya endüstrisinde kullanılan sülfürik asit banyolarından, elektroliz işlemleri sonucu, saf bakır elde edilebilir.

Atmosferde en çok raslanan artık türleri, çapları 0,01 ile 100 mikron (metre'nin milyonda birine eşit uzunluk birimi) arasında değişen taneciklerdir. Bu tanecikler, kolaylıkla görülen dumanlardan, tozlara ve zorlukla görülen aerosollere kadar değişir. Tanecikler, çeşitli yollarla temizlenebilir. En kolay yol, belirli sürelerle değiştirilen filtrelerin kullanılmasıdır. Bir başka yöntem de, elektrostatik çökelticiler kullanmaktır. Burada tanecikler, oluşturulan elektrik alanıyla toplayıcı levhalar üstünde biriktirilir; oradan da mekanik yollarla temizlenerek atılır. Su püskürtme de, bazen, küçük tanecikleri ve çözünebilen gaz artıklarını temizlemek için başvurulan bir yöntemdir. Ya da aynı amaçla, merkezkaç gücüyle taneciklerin duvarlara yapışması ve oradan toplanması sağlanır. Bazı fabrikalarda çeşitli maddelerin yığın halinde açık havada tutulması, buradan uçan tozla-

---

Büyük göllerin en sığı olan ve kıyısında bir çok endüstri bölgesi barındıran Erie gölüne boşalan Cuyahoga ırmağı (A.B.D.), Cleveland, Akron ve Ohio gibi endüstri bölgelerinden geçer. Bu ırmak, bir zamanlar taşıdığı kirleticiler nedeniyle ateş almıştı. Burada görülen kahverengi tortu daha çok, insanlar tarafından atılan artıkların sonucudur. (solda)

Otomobil egzozundaki karbon monoksidin, kızılötesi dalgaboyları soğurumu saptanarak ölçümü. (altta)



Su üstünde biriken yağlı artıkların arıtılması için birçok yol tasarlanmıştır. Burada suyun üstünden yağı bir kayış düzeneğiyle çekip alan bir Kanada buluşu görülmektedir. (üstte)

rın hava kirlenmesine yolaçtığından, tehlike yaratır. Bu tehlike, söz konusu maddelerin zaman zaman ıslatılmasıyla ya da gerektiğinde depolama ve taşıma için ağzı kapalı kapların kullanılmasıyla bir ölçüde önlenebilir.

Yanma olayının neden olduğu hava kirlenmesini önlemenin başlıca yolu, yetkililerin yakıt bileşimine sınırlama getirmeleridir. Bunun en çok bilinen ve en başarılı örneği, ısıtma gereksinimi için yalnızca onaylanan yakıt ve aygıtların kullanıldığı, dumansız bölgelerin oluşturulmasıdır. Bazı kentler, sınırları içinde kullanılan sıvı ve katı yakıtların içerdiği kükürt miktarını sınırlama girişimlerinde bulunmuşlar ve birçok ülkede, motor yakıtlarındaki kurşun miktarı için bir üst sınır saptanmıştır.

İstenmeyen gazlar, bu gazın doğasına, derişikliğine, akış hızına, vb. bağlı çeşitli yollarla arıtılabilir. Kirleticinin daha az zararlı bir maddeye yükseltgendiği katalitik yanma olayı, çok sık kullanılan bir yöntemdir. Endüstri bağlamında KATALİZÖR'ün önemi, yükseltgenmenin düşük sıcaklıkta gerçekleşmesini sağlamasında ve böylece, kirlenmeyle savaşımda ısı yitimini azaltmasında yatar.

Katalitik birimler, ayrıca, benzinle çalışan araçların egzozlarından çıkan karbon monoksit ve hidrokarbonların temizlenmesinde de kullanılır. Katalizörün buradaki yararı, yükseltgenmenin, bu işlemi, egzoz sisteminden dışarı atılmadan önce tamamlanmasını sağlayacak ölçüde hızlandırmasındadır. Araçların neden olduğu kirlenmeyi önlemede, öteki yöntemler arasında, krank kutusu ve benzin deposunda oluşan buharlaşmayı önleyen eklentiler ve yeni motor tasarımları sayılabilir.

Öteki kirlenme biçimleri: Günümüzde, insanın çevresinde ters etkiler uyandıran ışık ve ses de, kirletici olarak değerlendirilmektedir. Gürültünün azaltılması, ana yollar ve havaalanları yakınlarındaki bölgelerde yaşayanlar açısından, en az öteki artıkların denetimi kadar önemlidir. Yol kenarlarındaki ses boğucu duvarlar ve havaalanı yakınlarında çift cam kullanımı gibi yöntemler, sorunun bir bölümünü çözer; ama gerçek çözüm, daha az ses çıkaran taşıt araçlarının geliştirilmesinde yatmaktadır.

Caddelerdeki ışık ve işaretlerin yarattığı ışık kirlenmesi, gökyüzü ve doğayla ilgilenenler için önemli sorunlar arasında yeralır. Kentlerde yaşayan birçok genç, Samanyolu'nu hiç bir zaman doğru dürüst görmemiştir; bazı bölgelerin geceleri bol yapay ışık alması, bitkilerin günlük çevrimlerini bozar ve hep gündüz evresinde kalarak, biyolojik süreçlerinin altüst olmasına yolaçar. Sokak ışıklarının, gökyüzü yerine, yeri aydınlatacak biçimde yeniden tasarlanması

Resimde, Reading Üniversitesi'nden (İngiltere) bir biyoloji uzmanı, yakındaki Thames ırmağından topladığı balıkların boyunu ölçerken görülmektedir. Balık boylarındaki değişimin saptanması, akarsudaki kirlenme düzeyinin belirlenmesinde iyi [illegible] yoldur. Thames ırmağı bugün, eskisinden daha temizdir.(solda)

olasıdır ve yolların güvenlik amacıyla daha çok ışıklandırılması eğiliminin denetim altına alınması gereklidir. Ancak, ses ve ışık kirlenmeleri, öteki kirlenme biçimleri kadar çevre üstünde gözle görülür kalıcı etkiler bırakmadıklarından, pek önemli sayılmazlar.

ÇEVRİMİÇİ TERMİNAL

Terminal ya da gerçek adıyla veri terminali, veri iletişim sistemine girdi ya da çıktı alabilen bir noktaya yerleştirilmiş, bir BİLGİSAYAR çevre birimidir (girdiler, çıktılar ya da veri saklamak için kullanılan bir makina). Uzaktan veri iletişimi, bilgilerin bir bilgisayardan ötekine ya da bir ana bilgisayardan uzaktaki bir terminale otomatik olarak iletimidir. Veriler, telgraf ya da telefon hatlarını ve bazı durumlarda radyo bağlantılarını (mikrodalga) kullanan bir arabirim aracılığıyla iletilir. İletişimin hızı, iletişim hattının uzunluğuna bağlı olarak belirlenir.

En yalın anlamda uzaktan veri iletimi, standart telefon hattı ile bir bilgisayar merkezindeki kağıt şerit deliciye bağlı, bir kağıt ŞERİT OKUYUCU'dan oluşur. Delikli şerit üstündeki bilgiler uzaktaki bir okuyucu tarafından okunup deliciye iletilir. Böylece ilk şeridin ikinci bir kopyası oluşur. Bu, *çevrimdışı* bir işlemdir ve ortaya çıkan kağıt şerit, işlemciler tarafından bilgisayara verilir. Hattın iki ucunda da, herhangi bir hata olduğunda, yeniden iletişim yapmayı sağlayan terminal birimleri bulunur. Veri iletişiminde ikinci mantıksal gelişme, hattın doğrudan bilgisayara bağlanması ve böylece, herhangi bir işlemci olmaksızın terminallerin *çevrimiçi* olarak çalışmasının sağlanmasıdır. Ancak bu yöntem, uzaktaki terminalden herhangi bir anda iletilebilen girdileri işleyebilecek bir programı gerektirir. Söz konusu program, veriler üstünde sürekli denetim sağlayabilmelidir.

Modülasyon: Verilerin tam olarak iletilmesi için *modem* kullanılır. Adını modülatör-demodülatör sözcüklerinin ilk harflerinden alan «modem», verileri uzun mesafelerden hatasız olarak iletebilen bir birimdir.

Modülasyon radyo, telgraf ve telefon haberleşmelerindeki bilgi sinyallerinde, taşıyıcı dalganın genlik ya da frekansını düzenlemede kullanılan bir yöntemdir. Taşıyıcı dalga, iletim hattı üstünde iletişimi sağlayabilecek frekanstadır ve modüle edilince, iletimi olanaksız veri sinyallerini taşıyabilir. Demodülasyon, modülasyonun ters işlemidir (Bk. FREKANS MODÜLASYONU, VURU KOD MODÜLASYONU).

Çoğullama: Çoğunlukla, bir ana bilgisayara bağlı olan çok sayıda uzak terminal ya da tek merkezde toplanmış çeşitli terminaller bulunması gerekir. Bu durumda, veri terminallerinin ana bilgisayarla haberleşmesini sağlayabilen bir *çoğullayıcı* kullanılır.

Her terminalden gelen veri, standart bir arabirim aracılığıyla kendi iletim hattına verilir. Tipik bir çoğullayıcı, *bilgi isteminin* var olup olmadığını saptamak için birçok hattı birden tarar. Eğer varsa, taramaya ara verilir ve terminalin veri hattı, ana bilgisayarla bağlantılı «anayol»a çevrilir. Çoğullayıcı bu yolla, tarama sırasına göre, iletim hattını baştan başa geçen veri karakterlerini tek tek kabul eder.

Çoğullayıcı kullanmak yerine, çeşitli çevre birim-

Görüntü ekranlı bir çevrimiçi terminal. Bu tip terminaller, havayolları yer ayırtma sistemlerinde ve bankacılıkta kullanılır. (sağda)

Bir daktilo ve bir kağıt şerit biriminden oluşan bir çevrimiçi terminal. (altta)

Glasgow itfaiyesinde faksimile iletişim terminalleri kullanılmaktadır. Böylece yanan binayla ilgili bilgiler, itfaiye arabası yoldayken itfaiyecilere iletilebilmektedir.

ler bir tek uzak terminale de bağlanabilir. Bu durumda bilgiler, bir tek iletim hattından iletilir. Bunun için terminale, ana bilgisayar tarafından hangi çevre birimin veri gönderdiğinin ve hangisinin aldığının belirlenmesinde kullanılan bir «adres» karakteri ayrılır.

İletim hatlarıyla bağlı terminaller, kuruluş amaçlarına göre, toptan ve karşılıklı gidip gelmeli iş düzeni için, olarak ikiye ayrılır. Toptan iş düzeni çalışmasında çevre birimleri kağıt şerit okuyucuları, kağıt şerit delicileri, kart delicileri ve okuyucuları (Bk. DELİKLİ KART MAKİNALARI), SATIR YAZICI'ları ve grafik çizicileri içerir. Karşılıklı gidip gelmeli iş düzeni için ise, DAKTİLO terminaller ve GRAFİK GÖRÜNTÜ birimleri bulunur. *Birlikte çalışan* bütün bu aygıtlar, insan-makina iletişimindeki gelişmeler için çok daha geniş bir çalışma alanı sağlarlar.

Yazılım: Bilgisayar yapımcıları veri iletişimindeki birçok gereksinimi kapsayabilecek yazılımları sağlayabilirler. Toptan iş düzeni için yürütücü rutinleri (iş programları) ve çevrimiçi karşılıklı gidip gelmeli iş düzeni için programlar gibi temel yazılımlar çok önemlidir. Yürütücü rutinlerde, çok sayıda kullanıcı ana bilgisayara uzaktan erişebilir. Bu yolla her kullanıcının, ana bilgisayardan kendi çalışma düzenine göre yararlanma olanağı vardır. Çevrimiçi karşılıklı gidip gelmeli iş düzeni yazılımı, uzaktaki kullanıcının istediği anda yanıt almasına olanak sağlama amacıyla, matematik hesaplamalar gibi özel işlemler için geliştirilmiştir.

Bilgi iletişimi hâlâ gelişme çağındadır. Zamanla çok daha fazla sayıda kişi, «anında işlem yapmanın» üstünlüğünden yararlanabilecektir. Bilgi iletişiminden endüstri ve ticaret alanlarında iki biçimde yararlanılabilir. Hem bilgisayarı bulunan büyük kuruluşlar, çeşitli yerlerdeki yan kuruluşlarıyla bilgi bağlantıları kurabilir, hem de seyrek ama hızlı yanıt gerektiren sorunları olan küçük kuruluşlar, büyük bilgisayarları kullanabilir.

Gelecekte birçok ülkede bilgi iletişim ağlarının kurulacağı ve belki de dünya çapında ağların oluşturulacağı sanılmaktadır. Bu ağlarla çeşitli uzak terminal kullanıcısına, akla gelebilecek hemen her türde işlem yapabilen, güçlü bilgisayarlara erişme olanağı sağlanacaktır.

ÇIRÇIR MAKİNASI

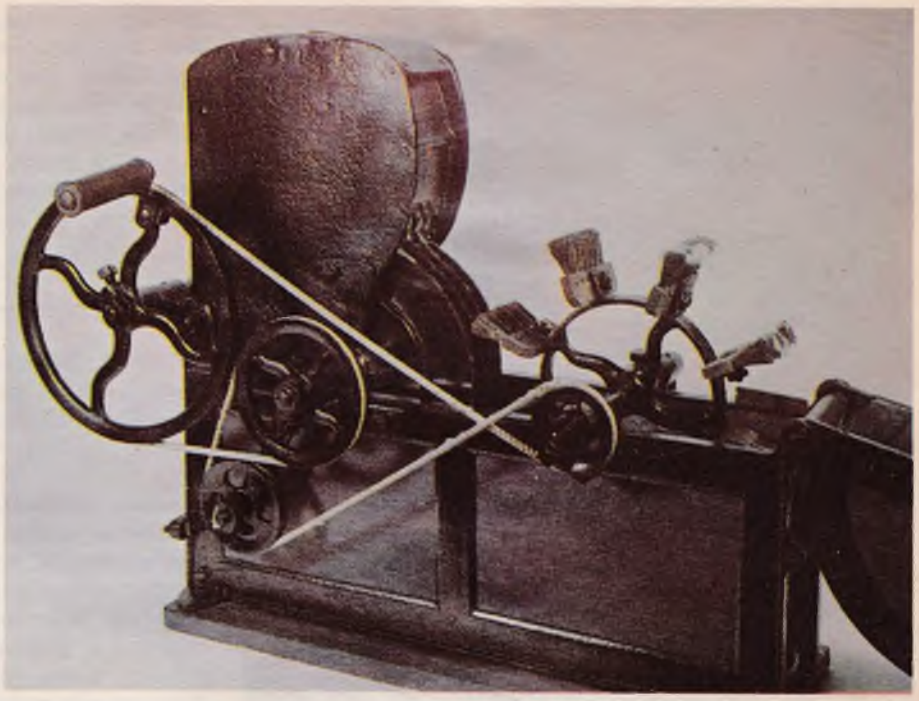
Pamuk, lif ve tohumdan oluşan koza halinde toplanır. Çırçır makinasıyla pamuk, tohumdan (çiğit) ayrılarak pamuk ipliği haline getirilir.

İlk çırçır makinası, yüzyıllarca önce Hindistan'da yapılmıştır. Bu makinanın tohumun geçemeyeceği kadar dar bir aralık bırakılarak yanyana yerleştirilmiş, elle döndürülen iki makarası vardı. Söz konusu çırçır, yalnızca Hint pamuğunun kısa lifli kozalarını ayırmada işe yarıyordu. Dünyanın pamuk yetiştirilen, öteki bölgelerinde, örneğin Mısır'da ve A.B.D'nde, uzun lifli pamuk, tohumlarından elle ayrılmaktaydı.

Modern çırçır makinası 1794'te, A.B.D'nde Eli WHİTNEY tarafından yapıldı. Mesleği öğretmenlik olan, ama aynı zamanda bazı takım tezgahları tasarımlarıyla uğraşan ve ateşli silah üreten bir fabrika kurmuş bulunan Whitney, çırçır makinası üstünde çalışmaya 1792'de başladı. Bu makina, üstünde metal bir ızgaranın içine doğru uzanan 1,2 cm arayla yerleştirilmiş ince dil dizileri bulunan bir tahta silindirden oluşmaktaydı. Diller, ızgaradan geçerken lifleri çekip tohumları bırakıyor, daha sonra bu diller, *toplama fırçası*yla temizleniyordu.

1796 yılında Hogden Holmes, Whitney'in makinasını biraz geliştirerek, dilli silindir yerine dairesel testere bıçakları yerleştirdi ve yeni makinanın patentini aldı. Whitney, bu patentin verilmesine karşı çıktı. 1807 de Holmes'in patenti geri alındı. Ancak iki makina da başarılıydı. Silindirli çırçır makinası, daha çok güneyde yetişen uzun lifli pamuk için, testere bıçaklı olanı ise, ülkenin öteki bölgelerinde yetişen küçük lifli kozalar için elverişliydi. Çırçır makinası, pamuk tarımı yapılan güneyin köle gücüne dayalı ekonomisi için büyük bir önem taşımaktaydı.

Günümüzdeki silindirli çırçır makinasının silindiri, pürüzlü bir köseleyle ya da pamuğun takılabileceği başka bir maddeyle kaplanır. Silindirin yanına pamuğun geçebileceği, ama tohumun takılacağı kadar



1859'da yapılmış bir çırçır makinası. Biri yivli metalden, öteki tahtadan olan, birbirine geçmiş iki silindiri vardır. Tohumlar aralıktan geçemez. (üstte solda)

1880'de yapılmış bir Whitney modeli çırçır makinası. Dairesel dişli bıçaklar Holmes'in katkısıdır. Dişliler yalnızca lifleri çekip ızgaradan geçirirler, tohumlar kalır. Fırçalar hem bıçakları temizler, hem de uçlardaki pamuğu alır. (üstte sağda)

bir aralıkla, metal bir bıçak takılır. Orta ve kısa lifli kozalar için hâlâ testereli çırçır makinası kullanılmaktadır. Daha hızlı ve ekonomik olan bu makinada testereler, çevresinin her 2,5 cm'sinde yedi diş bulunan çelik disklerdir. Bu testereler, metal bir ızgaranın arasına girer ve öteki yanda bulunan pamuk yığını içindeki pamuk liflerini yakalayıp çeker. Tohumlar ızgaralardan geçemediğinden, liflerden ayrılır. Bir çırçır fabrikasında 2-8 tezgah bulunur. Her tezgahta ise 30-45 cm'lik 80-180 bıçak vardır. Dişli bıçaklar ve silindirler, ya fırça ya da hava püskürtülerek temizlenir.

Modern çırçır fabrikaları, genellikle kurumuş pamuğun toplanmasından, ayrılmış pamuğun balyalanmasına kadar bütünüyle otomatiktir. Ağırlığı 180-230 kg dolayında olan balyalar, çuval kumaşı ile kaplanır ve çelik tel şeritlerle bağlanır. Tohumlar torbalara doldurulur ve yeni pamuk elde etmek için ekime, hayvan yemi yapılmak için işlenmeye, ya da yağı çıkarılmak için preslere gönderilir.

ÇİKOLATA YAPIMI

Meksika'da yaşamış Azteklerin, kakao taneleri, mısır, bal, vanilya ve baharattan bir içecek yaptıkları ve buna «çokolatl» dedikleri bilinmektedir. Kristof Kolomb, 1502'de yaptığı dördüncü yolculuktan dönüşte, İspanya'ya kakao taneleri getirmişti. İspanyollar bunu, şeker ekleyerek tatlandırdılar ve zamanla kakao, Avrupa sosyetesinde, hem pahalı, hem de moda bir içecek haline geldi. 1728 yılında Dr. Joseph Fry ilk çikolata fabrikasını kurdu. 100 yıl sonra Hollanda'da Van Houten, KAKAO tozu çıkaran bir makinanın patentini aldı. Böylece, günümüzdeki çikolata yapımının temeli atılmış oldu. Çikolata, kakao tanesinin ezilmiş iç bölümüne, kakao yağı ve şeker (bazen süt, fındık ve fıstık) eklenerek yapılır.

Kakao taneleri: Çikolatanın gerçek niteliğini ve tadını belirleyen temel hammadde, kakao tanesi ya da çekirdeğidir. Bu çekirdeklerin tam zamanında, yani ne ham, ne de fazla olgunlaşmadan toplanmış olması büyük önem taşır. Taneler, kabuklarından ayrılıp, tadı artsın diye mayalanmaya bırakılır. Mayalanma işlemini izleyen kurutma da, tanelerin iyi nitelikli olmasını sağlamada önemli bir etkendir. Bundan sonra taneler, işlenmeye hazır duruma gelir. Dünya kakao ürününün yaklaşık % 90'ını Batı Afrika ve Brezilya sağlar; ancak, «Foraster» ya da «tüketici niteliğinde kakao tanesi» diye adlandırılan bu çekirdeklerin tadı, en yüksek nitelikli çikolatada kullanılan «Criollo» kakaosuna oranla daha azdır. Bu yüksek nitelikli kakao ise Trinidad, Ekvador, Venezuela ve Cava'da yetiştirilir.

Çikolata yapımı: Çeşitli türlerden alınmış (çikolata, genellikle dikkatle seçilmiş kakao taneleri karmasından yapılır) kakao taneleri önce temizlenir. Temizleme işleminden sonra taneler, kokusunun daha iyi çıkması için kavrulur. Kavurma işleminin sıcaklığı ve süresi, bitmiş çikolatanın tadını yakından etkiler.

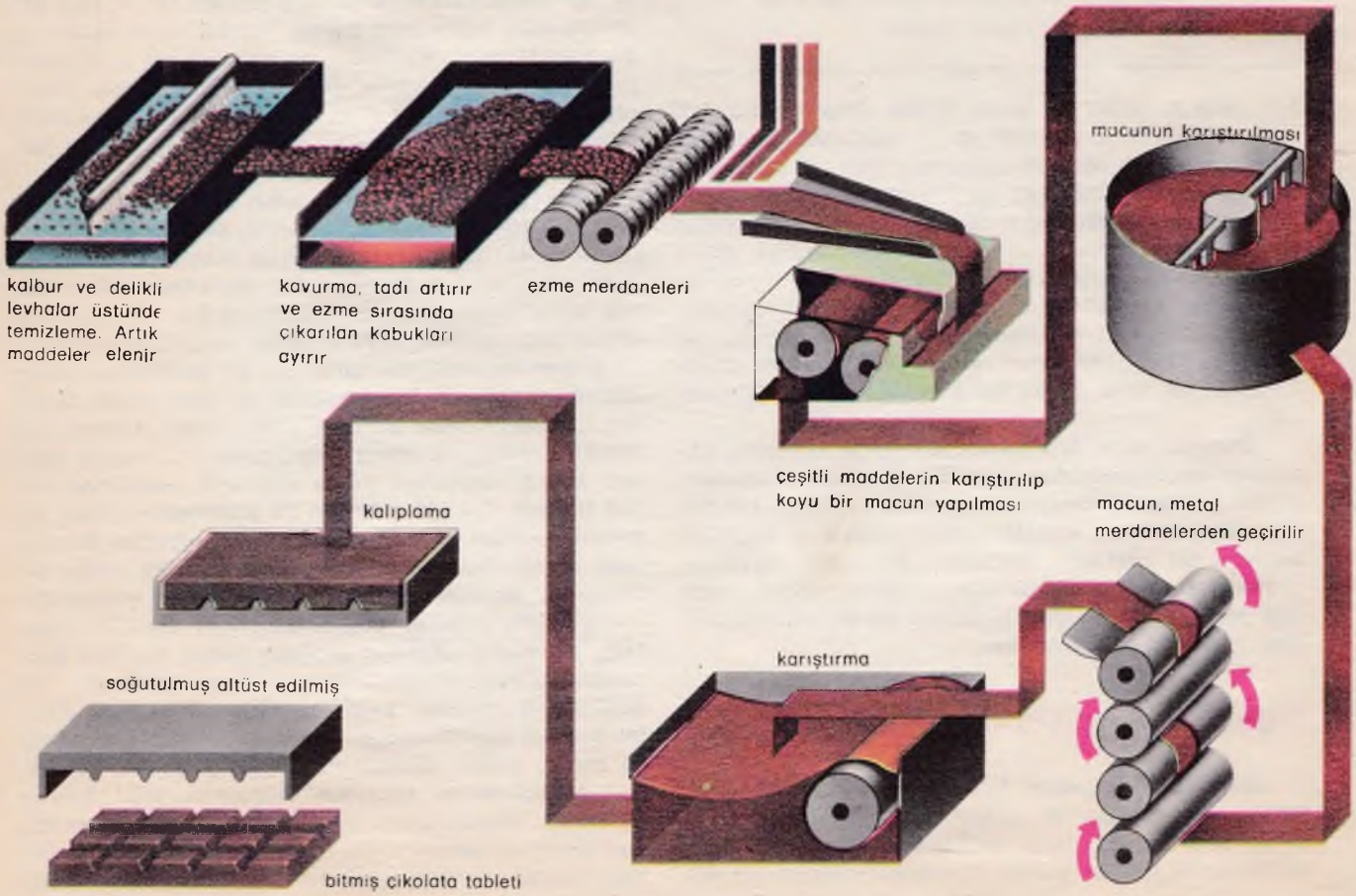
Bundan sonra, tanelerin savrulması gelir. Bunun da amacı, «öz»ün (yani iç bölümün) kabuk ya da dış bölümden ayrılmasıdır. Bu iş için çeşitli makinalar geliştirilmiştir. Bunların bazıları, ötekilere oranla daha

çok sayıda öz ayırabilir. Kakao özleri küçücük parçalara ufalandıktan sonra (genellikle merdanelerde) öğütülerek, yarı sıvı bir hamur haline getirilir. Çikolata ürünleri işte bu hamurdan yapılır.

Söz konusu hamur, son derece ince öğütülmüş şeker ve ek kakao yağıyla dikkatle karıştırılır (kakao yağı, kakao tanelerinin presten geçirilmesiyle elde edilir; geriye, toz kakao yapımında kullanılan artık kalır).

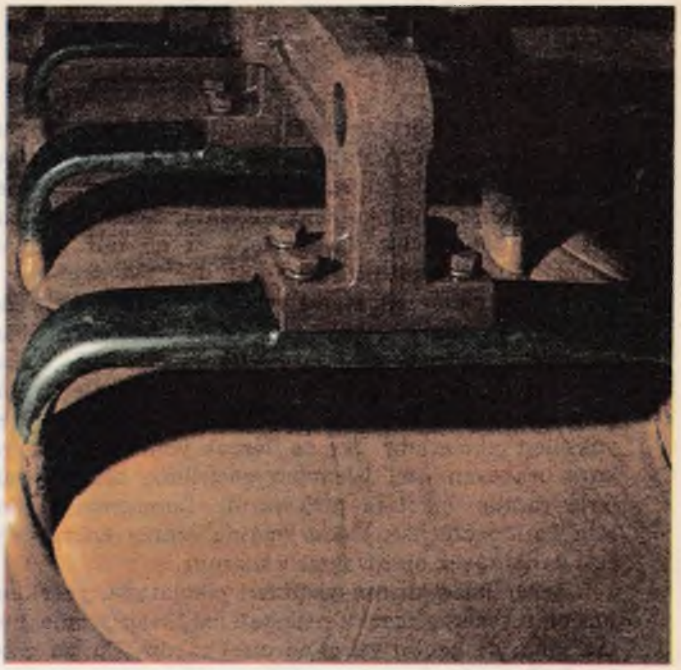
Sütlü çikolatayı oluşturan maddelerin (çikolata, kakao yağı, toz şeker ve süt) karıştırılması. Bunlar, yoğurulup kalıplanmadan önce, koyu bir macun haline getirilir. (solda)

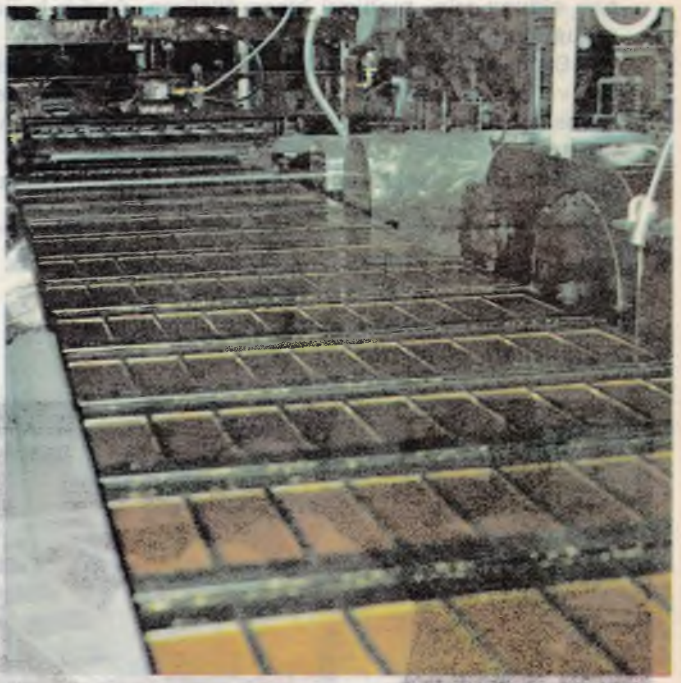
Çikolata tabletlerinin yapımı. Kakao çekirdekleri temizlenir, sonra tat vermesi ve dış kabuklarının soyulması için, kavrulur. Ezme işleminde kabuklar ayrılır; kakao karıştırılıp ezilerek yağı çıkarılır. Bu yağın bir bölümünün yerine başka yağ konur. Elde edilen sıvı, yoğrulup ezilir, küçücük parçalar haline getirilir. Sonra bazen günlerce karıştırılıp inceltilir. Sıvı çikolata, kalıplara dökülür, gerekirse içi doldurulur, son bir tabakayla tabletlerin üstü örtülür. (altta)



Sütlü çikolata yapılıyorsa, süt ya da süttozu, bu aşamada eklenir. Karışımın asit ve nem fazlası alınır. Sonra, biraz daha inceltme amacıyla, merdaneler arasından geçirilir. Böylece, bitmiş çikolatanın niteliği saptanmış olur. İşlemin bundan sonraki adımı, çikolatanın bulunuşundan beri değişik yapımcıların ayrı ayrı yöntemler uyguladıkları «yoğurma» aşamasıdır. Çikolata hamuru iyice yoğurulur, ısıtılır ve havalandırılır. Çikolata pürüzsüzlüğünü, kıvamını, tadını bu aşamada alır. Çikolata hamurunun yoğurulmasında kullanılan ilk araçlar, düz bir granit yatak üstünde, çelik kollara bağlı ağır granit silindirlerin ileri geri gidip gelmesinden oluşan bir makinaydı. Söz konusu yatak, bir deniz hayvanı kabuğuna benzerdi ve birçok yapımcı, nitelikli çikolatanın ancak bu tür uzunlamasına yataklar üstünde yapıldığına inanırdı. Bununla birlikte, günümüzde yapımcılar, daha çok dikine yerleştirilmiş çelik yatakları yeğ tutarlar; Avrupa'daki yapımevlerinin çoğu bu tür makinalardan yararlanır. Bu yataklarda, ezme işleminin süresi ve uygulanan ısı, üreticiden üreticiye değişir ve gizli tutulur. Ancak, genellikle sütlü çikolata için, 65°C dolayında 10 ile 24 saat arası; hafifçe yanmış ya da kavrulmuş bir tadı olan sütsüz çikolata için ise, 75°C'ta 24 ile 96 saat arası bir süre aldığı söylenebilir.

Çikolata türleri: Bu işlemden sonra çikolata, kul-



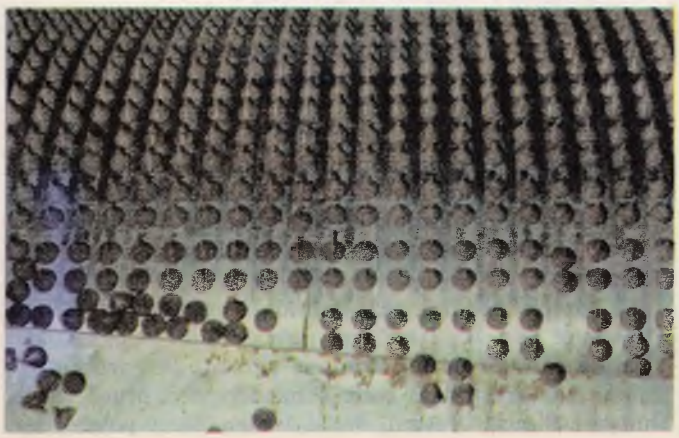


Çikolataya pürüzsüzlüğünü ve tadını veren karıştırma işlemi. Çikolata, uçlarında merdaneler bulunan kollarla karıştırılır. Merdaneler, parçacıkları, homojen bir yığına dönüştürmek için ezerler. Birkaç gün sürebilen bu işlem sırasında, çikolata oldukça yüksek bir ısıda tutulur. Hafifçe «yanık» bir tadı olan sütsüz çikolata, sütlü çikolataya oranla daha yüksek ısıda ve daha uzun süre karıştırılır. (sağda üstte)

Sıvı çikolata, karıştırıldıktan sonra kıvama getirilir (kolayca kalıplanacak bir ısıda tutulur) ve kalıplara dökülerek soğutulur. (sağda ortada)

Badem doldurulmuş sütlü çikolata tabletlerinin denetimi. (sağda altta)

Soğutma tünelinden çıkan sütlü çikolata damlaları. (altta)



lanılacağı yere göre, değişik biçimlerde işlenir. Çikolata iki ana türe ayrılabilir: Bisküvi ya da başka yiyecekleri kaplamada kullanılan tür; olduğu gibi yenen *kalıp çikolata*. Kalıplanacak çikolata, sıcak kalıplara dökülür, dondurulur ve içi dolu ya da düz çikolata tabletleri haline getirilir.

Besin maddeleri standartları ülkeden ülkeye değiştiği için, tümü çikolata sınıfına girmeyen, başka çikolata türleri de vardır. Bunlardan biri, kakao yağı yerine, temel yağ maddesi olarak sertleştirilmiş palmiye yağı kullanılan ve böylece erime derecesi yükselen çikolatadır. Bir de, birçok yönden kakao yağına benzeyen, özel işlemden geçirilmiş bitkisel yağlarla yapılan çikolata türü vardır. Dondurmaya çikolata kaplamada ise, kakao yağına oranla, erime derecesi daha düşük olan yağlar kullanılır.

Şeker hastalarının yedikleri çikolatada, yasaklanmış olan şeker, glikoz ve nişastalı maddeler yerine, hem tat, hem de hacim veren sorbitol vardır. Bu tür çikolatalarda, sakarin ve sorbitol, şekerin birkaç katı pahalı olduğu için, maliyeti biraz düşüren, fındık kullanıldığı da olur.

Şişmanlatmayan çikolatalarda yağ oranı düşüktür ve besin değeri olmamakla birlikte, hacim veren karboksil-metil selüloz (CMC) gibi maddeler katılmıştır.

Kaplama çikolataları (kuvertür), çoğunlukla uzmanlar tarafından yapılıp, doğrudan doğruya çikolata, bisküvi, dondurma ve kaplanacak benzeri madde yapımcılarına, kalıp ya da sıvı halinde satılır. Söz konusu yapımcıların ilk işi, kuvertür'ü temperlemek, yani donduğu ve biçim aldığı zaman donuklaşmayacağı, pürüzsüz ve parlak kalacağı sıcaklıkta belirli bir süre tutmaktır. Sonra, özel gereçlerle kaplama yapılır ve soğutulur.

Kalıp çikolatanın temperlenmesi çok önemlidir. Bu nedenle günümüzde, kalıplama fabrikalarında, birçok otomatik temperleme makinası, kullanılmaktadır. Temperlendikten sonra sıvı çikolata, bir makinayla kalıplara dökülür ve soğutulur. İçi doldurulacak ise, kalıplar doldurulduktan sonra, içindeki çikolata fazlası dökülsün diye altüst edilir. Sonra yeniden, çikolata dolduran başın altına verilip dolgu maddesi katılır.

Paskalya yumurtası gibi süslü yiyecekler yapmak için, çikolata döner kalıplara dökülüp, donuncaya kadar çevrilir. Yeni bir buluş da, sonradan çikolata ambalajı olarak kullanılacak ince kağıt kalıptır.

Bitmiş çikolata tabletleri, bir alüminyum kağıt tabakasına, sonra da üstü yazılı bir dış ambalaj kağıdına sarılır. Daha sonra, kutulara doldurulup toptancılara gönderilir.

ÇİMENTO ÜRETİMİ

Eski çağlarda yapı ustaları, taş ya da tuğlaları birbirine yapıştırarak, üstlerine binen yükü dağıtacak bir bileşiğin arayaşı içindeydiler. Su, bağlayıcı ve kum gibi maddelerden oluşan bileşiğe HARÇ, bağlayıcı maddeye de çimento adı verilir. Günümüz yapılarında genellikle kullanılan çimento, su ile tepkimeye girdiğinde donup sertleşen *hidrolik* çimentodur.

Mısırlıların PİRAMİT YAPIMI'nda kullandıkları harcın içinde alçıtaşı (kalsiyum sülfat, $CaSO_4.2H_2O$) vardı. Romalılar ve Yunanlılar birçok yapıda sönmüş kireci [kalsiyum hidroksit, $Ca(OH)_2$] harç olarak kullandılar. Sönmüş kireç, çoğunluğu kalsiyum karbonattan ($CaCO_3$) oluşan kireçtaşının ısıtılıp, üstüne su eklenerek söndürülmesiyle elde edilir. Ancak, bundan oluşan harç, havanın etkisiyle çatlayıp kırılır. Bu yüzden Romalılar ve Yunanlılar *pozzolana* adını verdikleri hidrolik çimentoyu buldular.

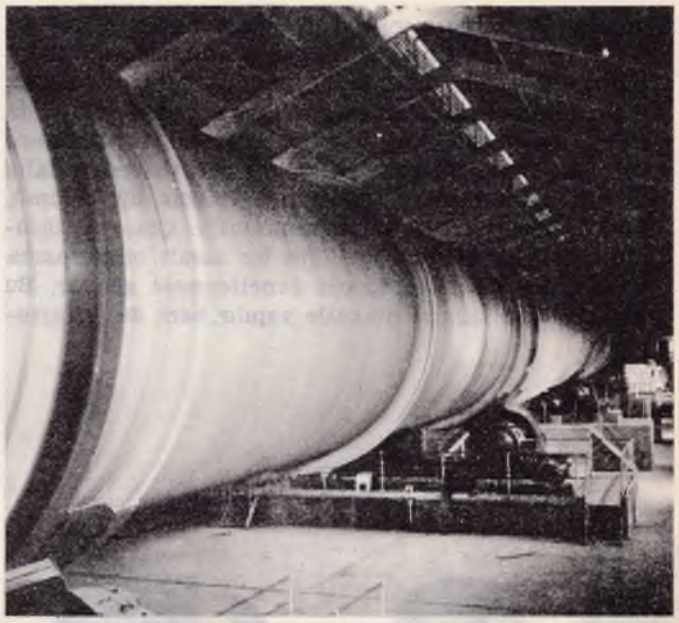
Bu çimento, İtalya'daki Pozzuoli kasabasının çevresinde bulunan volkanik maddeler ile kum ve toz haline getirilmiş kireçten oluşmaktaydı.

Hidrolik çimento su eklendiğinde sertleşir. XVIII. yüzyıla kadar Panthéon ve Colosseum dahil birçok yapıda kullanılan bu çimentonun niteliğinde, Romalılardan sonra bir bozulma oldu. John SMEATON, İngilterenin Cornwall kıyısında yapımına giriştiği Eddystone fenerinin temelinde hidrolik kireci denedi. Sualtı kullanımı için pozzolana çimentosundan daha üstün olan hidrolik kireç, kireçtaşı ve kilin ısıtılarak karbon dioksit ve sudan arıtılmasıyla elde ediliyordu.

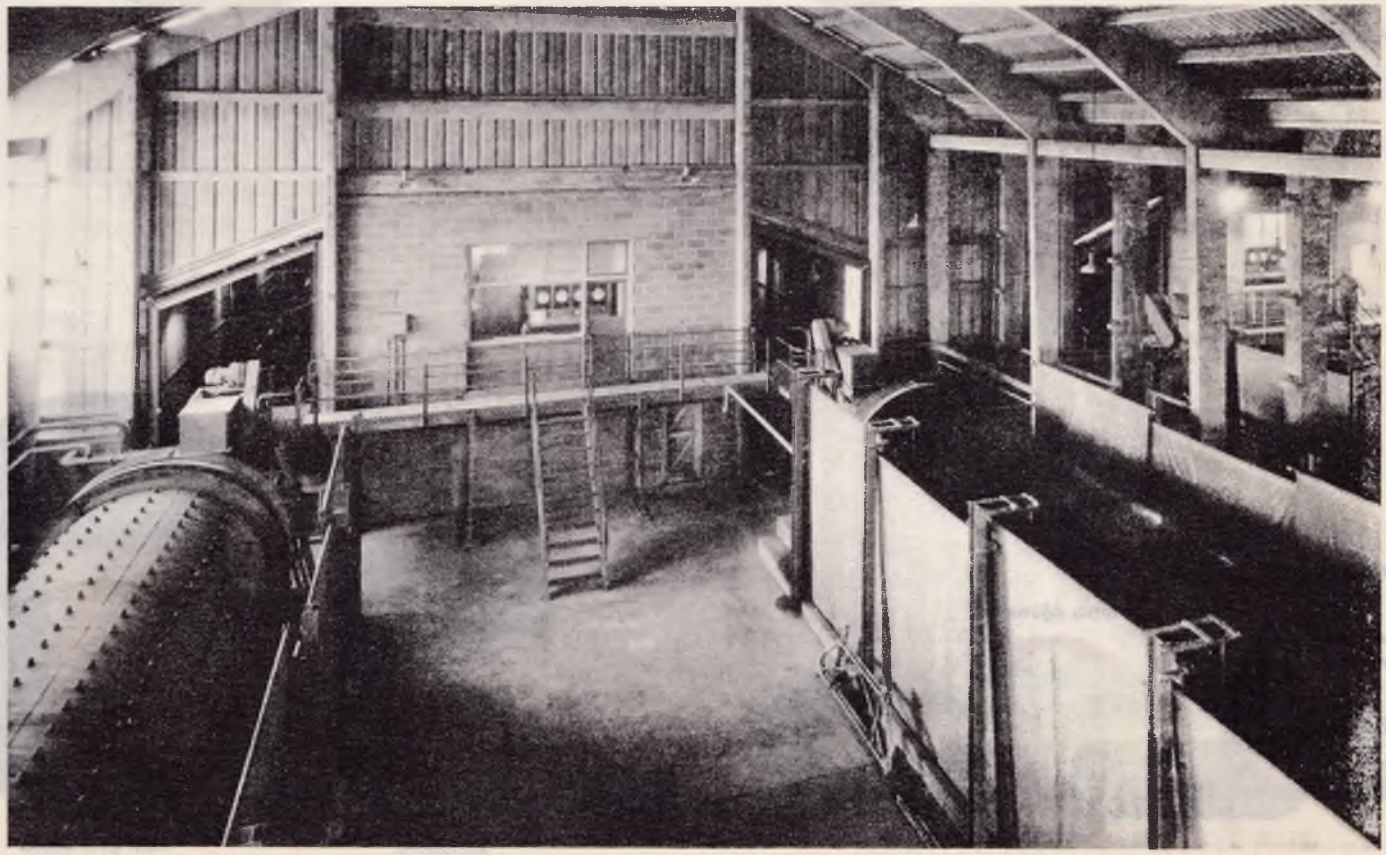
Joseph Aspdin, 1824 yılında Portland çimentosu üretmek için İngiltere'den patent aldı. Çoğunlukla marka sanılan bu ad, donmuş çimento ile Portland'da çıkan taş arasındaki renk benzerliğinden ötürü verilmiştir. Bunun üretimi, öncekilerden daha yüksek bir

kireçleme sıcaklığı ister ve daha dayanıklı bir çimento üretimi sağlar.

Üretim: Çimento ucuz bir gereçtir. Son ürünün piyasaya sürülmek için taşınması, hammaddenin taşınmasından daha ucuz olduğundan, üretimi çoğunlukla hammaddenin çıkartıldığı taş ocaklarının yanında gerçekleştirilir. Hammadde olarak kullanılan kireçtaşı ve tebeşir, bir kalsiyum karbonat kaynağı, kil ve taşlar da, alüminyum silikat kaynağıdır. Yakınında bir yerde varsa, demir filizi ve yüksek fırın cürufu da kullanılabilir. Farklı bileşiklerden yararlanıldığında ürünün özellikleri değişebildiği için, fırın girdisinin içindekiler dikkatle gözlemlenir. Kırılıp inceltilmiş hammadde karıştırılır ve silindir biçimli, döner bir fırının içine atılır. Hammaddelerdeki nem oranının yüksek olduğu durumlarda, 'yaş' yöntem kullanılır. Bunun için de, hammaddeler çamur halinde fırına gönderilir. Hafif bir eğimi olan fırın yavaş yavaş döner. Toz kömür, sıvı ve gaz yakıtlar tarafından sağlanan ısı, fırının altına verilir. Fırın uzunluğu 120 metre kadardır. Kalıp halinde *çimento klinkeri* elde etmek için, işlem sıcaklığı olan 1 500°C'ta karışım kısmen eritilir. Daha sonra klinker soğutulur ve istenirse açık havada bile depolanabilir. Buna karşılık, bitmiş çimento, dikkatle denetlenen hava koşulları altında, yalnızca kısa bir süre için saklanabilir. Toz çimento hazırlamak için, klinkere, yaklaşık % 2 oranında alçıtaşı katılır ve bu karışım çok ince bir toz halinde öğütülerek Portland çimentosu elde edilir. Çimento üretiminin her aşamasında, ürünün istenen özellikleri taşıması



Bir yaş yöntem fırınının, ateşleme ucu tarafından görünüşü. Ham çamur içeriye pompalanır ve 140 m uzunluğundaki fırından geçerken kurutulur. Ateşleme ucunda kurutulan çamur yakılır ve klinker elde edilir. (üstte)
Çimentonun çok çabuk sertleşmesini önlemek için çimento klinkerine katılan alçıtaşı, aşağıda iki tanesi görülen değirmenlerle ince toz haline getirilir.(altta)

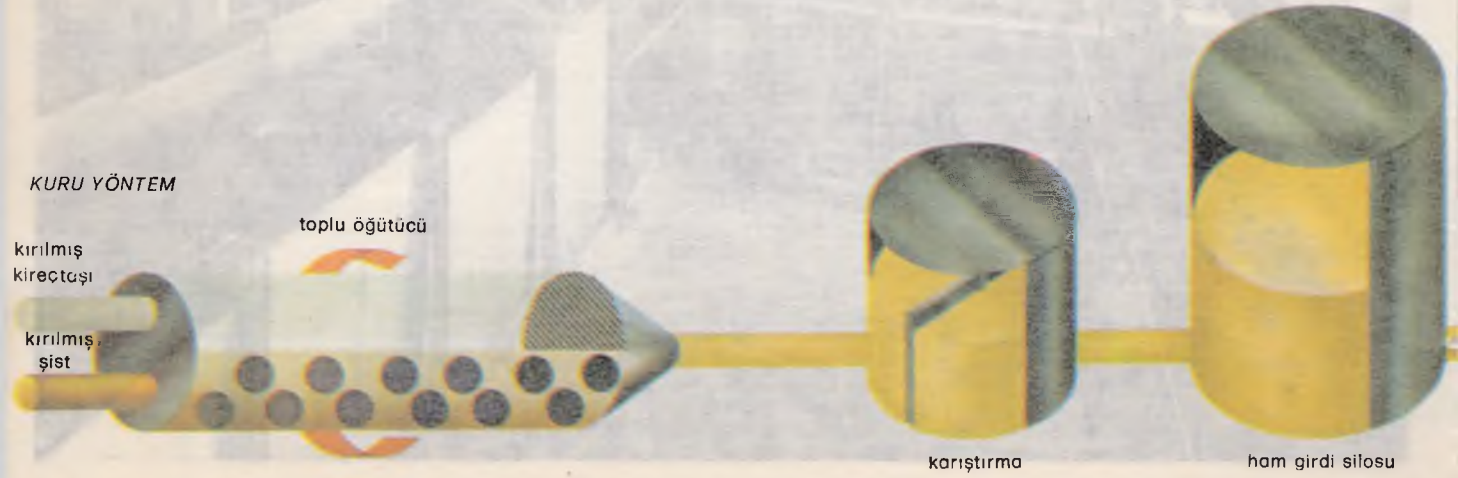


için, girdi oranları çok iyi denetlenmelidir.

İnce ve kuru bir toz halinde olan çimento, basınç altında sıvı gibi akabilir. Çimentonun bu özelliği, onun, üretici tarafından araçlara, araçlardan da müşterilerin silolarına pompalanarak dağıtılmasını olanaklı kılar. Bu dağıtım biçimi paketlemeden daha ucuzdur; bu yüzden, taşımanın büyük bir bölümü, birçok ülkede bu yolla yapılmaktadır. Çimento tozunun insanlar üstünde belirgin bir zararı olmamasına karşın, toz oranının özenle denetlenmesi gerekir. Bu amaçla hem taşıma dikkatle yapılır, hem de *elektro-*

Çimento üretimi. Hammaddeler tebeşir ve kil olduğunda «yaş yöntem» kullanılır. Su, tebeşire, çamurun oluşumundan önce katılır. Kil ve tebeşir karışımı bundan sonra, döner fırına pompalanır ve orada karışımın suyu alınarak 1 000°C'ın üstündeki sıcaklıklarda klinkere dönüştürülür. Hammaddenin kireçtaşı ve şist olduğu durumlarda ise, «kuru yöntem» kullanılır. Bunlar önce öğütülür, ön ısıtıcıdan geçirilerek döner fırına verilir. Fırından alınan klinker, çimento haline getirilmek için öğütülür.

YAŞ YÖNTEM



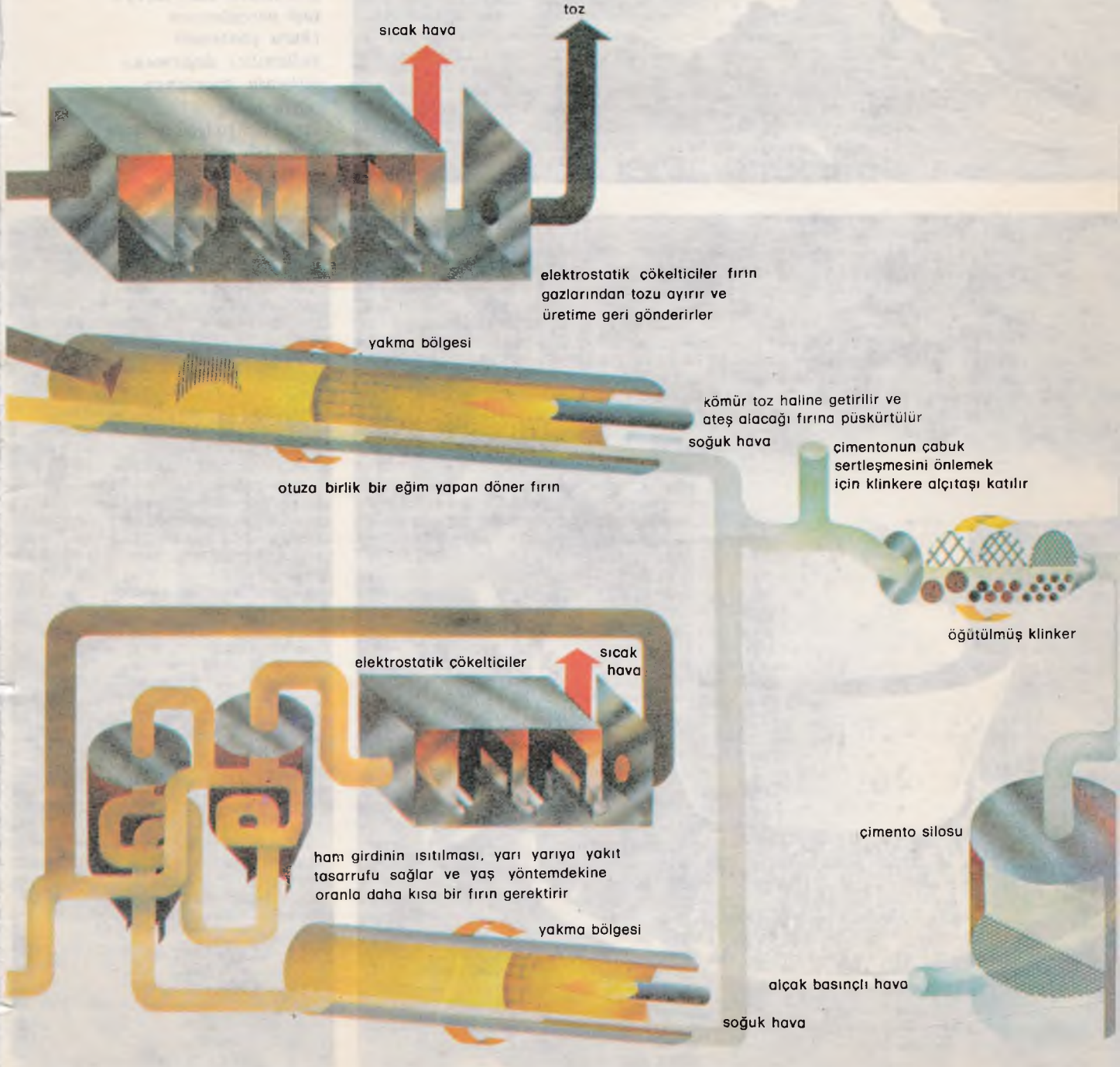
KURU YÖNTEM

statik çökelticiler ve başka SÜZME aygıtları kullanılır. Elektrostatik çökelticiler, ince toz taneciklerine elektrik yükleyip, bunların, karşıt yüklü noktalarda toplanmasını sağlar.

Kimyasal özellikler: Çimento, dört temel bileşenden oluşan karmaşık bir bileşimdir. Bu kuru karışıma su katıldığında, karışım tepkimeye girerek, dayanıklı ve sert bir kütle ortaya çıkarır.

Bileşenlerin bu kuruluğuna, bileşik su ya da *billurlaşma suyu* taşımadığı anlamına gelen *susuz* adı verilir. Dört temel bileşen trikalsiyum silikat ($3CaO . SiO_2$), trikalsiyum alüminat ($3CaO . Al_2O_3$), dikalsiyum silikat ($2CaO . SiO_2$) ve tetrakalsiyum aluminoferrit'tir ($4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$).

Bu susuz bileşiklere katılan su, iki kimyasal tepkimenin ortaya çıkmasına yolaçar. Bunlardan birincisi, BİLLUR yapıya su eklenmesi ve çoğunlukla yapının değişimine neden olan *su katma*'dır (hidrasyon). İkincisi *suyla ayrıştırma* (hidroliz), bir TUZ ile tepkimeye giren suyun ASİT ya da baz oluşturmasıdır. Birçok durumda, bu tepkimeler ısı açığa çıkarırlar. Sonuç, maddeye o yüksek dayanıklılığı veren ve



John Smeaton tarafından 1759 yılında bitirilen Eddystone feneri. Smeaton, yapımda birbirlerine geçen taşlar ve güçlü bir hidrolik harç kullanmıştı. (solda)
Öğütücü değirmende ince toz haline getirilecek olan kireç-taşı parçalarının (kuru yöntemde kullanılır) değirmene girişinin ayarlanışı. (altta solda)
Bir çimento işletmesinin havadan görünüşü. (altta sağda)

uzun iğne biçimli billurlardan oluşan karmaşık bir ağ yapısının ortaya çıkışıdır. Bu ağ yapısının kimyasal bileşimi, bütünüyle anlaşılmamıştır; ancak dayanıklılık büyük bir olasılıkla, silikon-oksijen bağları (—Si—O—Si—O—) nedeniyle ortaya çıkmaktadır.

Çimento tozuna az miktarda alçıtaşı ($CaSO_4.2H_2O$) katılmasıyla, çimentonun su ile karıştırıldığında hızla donması engellenir. Çimento, yıllarca süren bir dayanıklılıktadır; sertliği ve billursu özellikleri gün geçtikçe artar.

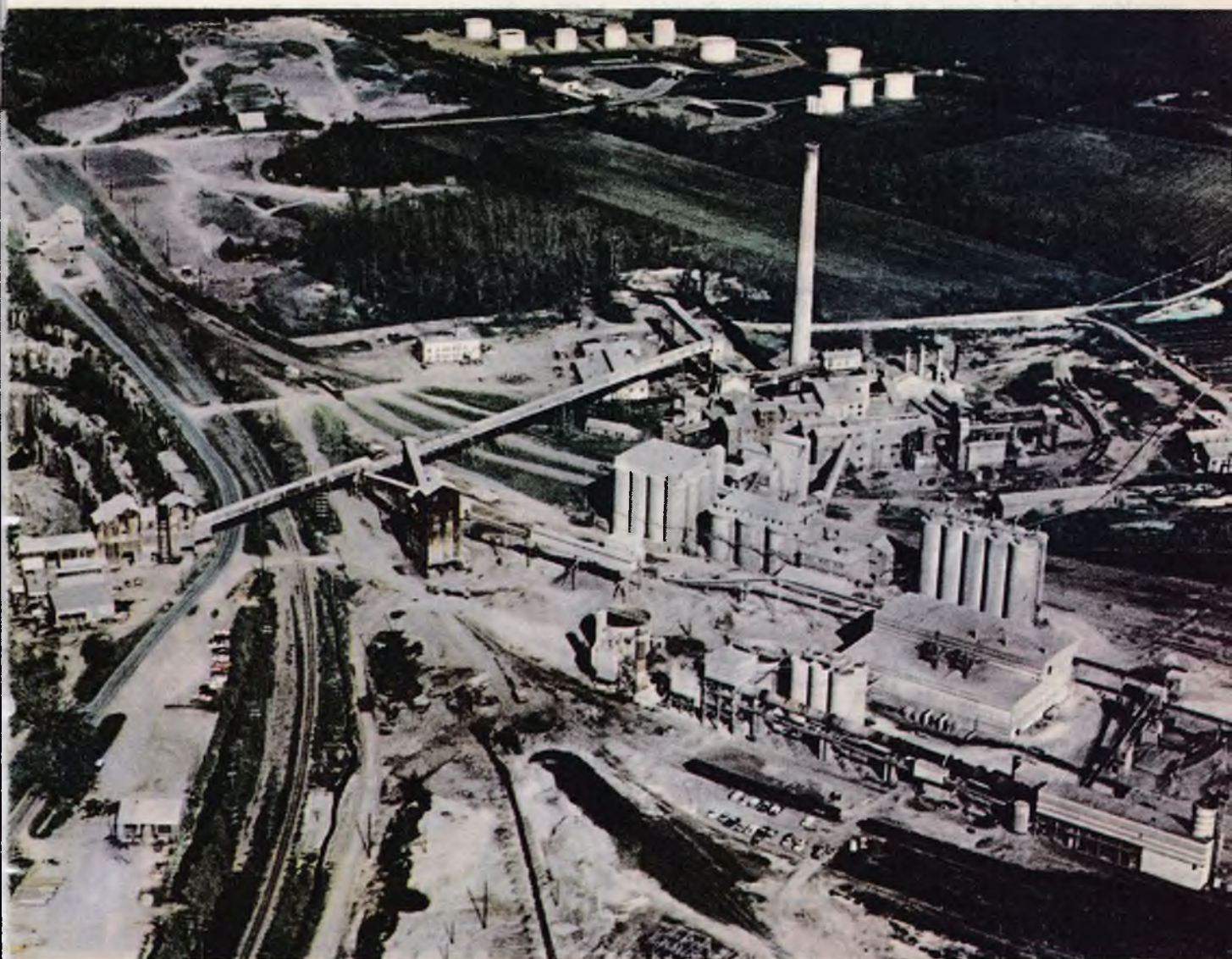
Çimentonun kireçtaşı (kalsiyum karbonat) ve kilden (alüminyum silikat) uretimi, kalsiyum karbonatın bozunumuyla elde edilen kalsiyum oksitin ve alüminyum silikatın kısmi birleşmesiyle gerçekleştirilir ve karmaşık silikatların bir karışımından oluşan çimento ortaya çıkar.

Bileşim: Portland çimentosu, % 50 trikalsiyum silikat, % 25 dikalsiyum silikat ve yaklaşık olarak eşit miktarlarda trikalsiyum alüminat ile tetrakalsiyum alüminoferrit içerir. Asit ortamda bırakılırsa, çimentonun içindeki trikalsiyum alüminat indirgenir. Betonun kalın olması istendiğinde, donma ısısı düşük olan çimento kullanılmalıdır; bunun tersi durumda yapı, aşırı ısınma karşısında çatlayabilir. Hem trikalsiyum silikat, hem de alüminat, suyla tepkimeye girer ve ısı açığa çıkarır. Bu yüzden özellikle düşük ısılı çimento gerektiğinde, bu bileşenler sınırlandırılır.

Kullanımları: Çimento özellikle, kum, taş, çimento ve suyun bilimsel olarak saptanmış miktarlarda karışımından oluşan BETON yapımında kullanılır. Betonun en çok kullanıldığı alan, yapı endüstrisi olduğu halde çimento, toplam yapı giderlerinin ancak % 3'ünü oluşturur.

ÇİM MAKİNASI

Çim makinası, çim biçmek için kullanılan mekanik bir aygıttır. Futbol alanları gibi gerçekten iyi çimenliklerin, haftada iki ya da üç kez biçilmesi gerekir.



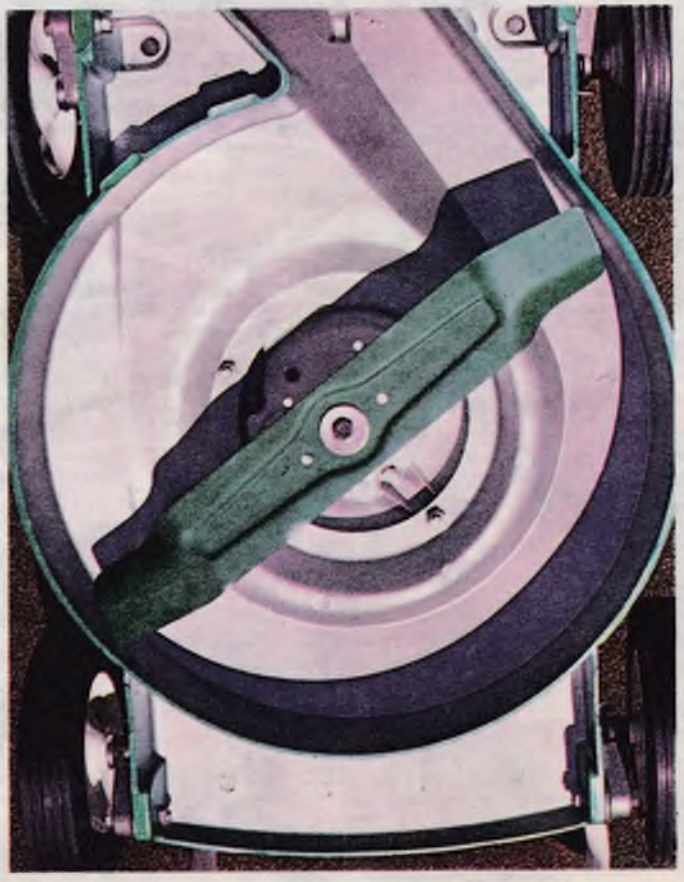
Yüzyıllarca, küçük keskin tırpanlarla yapılan bu işlemin makinayla yapılması yolunda ilk adım, 1830 yılında İngiliz Edwin Beard Budding tarafından atıldı. Budding'in makinası, bazı modern makinalarda olduğu gibi, arkadaki bir tekerlekten ZİNCİR'le TAHRİK edilen ve üstünde sarmal kesici ağızlar bulunan silindir tipi bir makinaydı. Bu konuda halk arasında yayılan bir söylentiye göre Budding, gerçekte, kalın yünlü kumaşlar için bir *tüylendirme makinası* yapmayı amaçlıyordu. Ancak Luddit'ler adı verilen makina düşmanları, aygıtın dokuma tezgahlarında kullanımını engelleyince, Budding de onu, bir çim biçme makinası haline getirmişti. Söylentinin doğruluk derecesi ne olursa olsun, Budding'in çim biçicileri kısa sürede bütün İngiltere'de tanındı. Londra'daki Regent's Park'ın Zooloji bahçesinde bunlardan biri daha 1831 yılında kullanılmaya başladı.

Silindirli biçiciler: Silindirli biçicide, üstünde, sayıları çoğunlukla beş ile on arasında değişen bir dizi sarmal bıçak ağzı bulunan, döner bir *kesici silindir* vardır. Çimler, sarmal kesici ağızlar ile daha sert bir metalden yapılmış olan ve döner silindirin eksenine paralel olacak biçimde yerleştirilmiş bulunan hareketsiz bıçak ağzı arasında, makas eylemiyle kesilir. Sarmal bıçak ağızlarının eğimi, her birinin ön ucu, hareketsiz ağza, bir önceki bıçak ağzının arka ucu ayrılmadan hemen önce ulaşabilecek biçimde verilmiştir. Bir zincir ve dişliden oluşan döndürme mekanizması, silindiri, arkasına yerleştirilmiş bir tekerleğe bağlar. Böylece, çim makinası çimler üstünde ileriye doğru hareket ettirildikçe, kesici silindir de döner. Döndürme mekanizması, hareketli bıçak ağızlarından bir tanesinin, hareketsiz ağızla karşılaşması sırasında makinanın yalnızca, bu çiftin bir geçişte kesebileceği çim kadar ilerleyebileceği biçimde düzenlenmiştir. Bu uzaklık yaklaşık 2,5 cm'dir. Bu tür çim biçicilerin birçoğu, arkadaki tekerleğin bir dönüşünde 50-60 cm yol alır ve kesim sayısı, bazı yalın el biçicilerinde metrede 40, bazı gelişmiş modellerde ise metrede 164 olacak biçimde değişiklik gösterir. Bu nedenle, kesici silindir mutlaka arkadaki makaradan daha hızlı dönmeli ve döndürücü mekanizmanın dişli takımının oranı da, duruma uygun olarak belirlenmelidir.

Yandan tekerlekli biçici, silindirli biçicinin daha hafif ve daha ucuz bir türüdür. Bu tür biçiciler, çiçek tarhları arasında daha kolay hareket ettirilebilir. Ma-

Budding'in orijinal zincirli tahrik düzeneğinin yerini, dişlilerin kullanıldığı düzeneğin aldığı çim biçme makinasının ilk uyarlamalarından biri. Biçicinin bir çim toplama kutusu ve bir silindirli kesicisi vardır.

Rotatif bir biçicinin, kesiciyi gösteren alt bölümü. Yuvaya, kesilen çimlerin toplanabileceği ve makinanın ardından (üstte) fırlatılabileceği bir biçim verilmiştir.

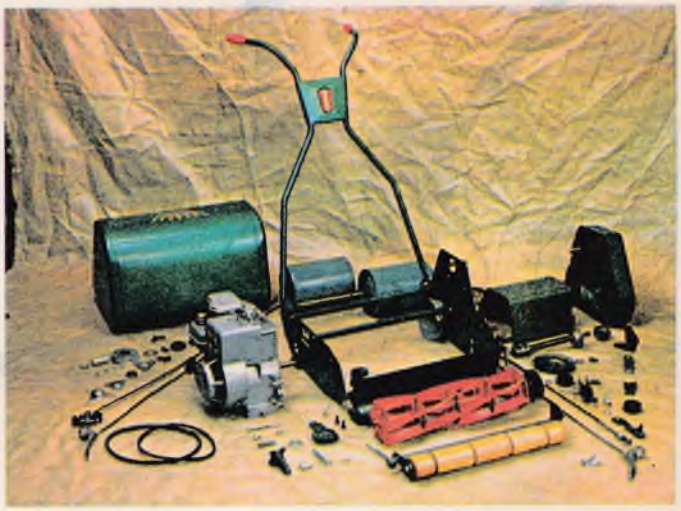


kina, tek bir arka teker yerine iki tekerlekle desteklenmiştir. Zincir yoktur ve kesiciler, biçicinin gövdesinden çıkan hareketsiz miller üstüne monte edilmiş tekerleklerin içindeki dairesel dişli takımının dişlerine takılı pinyon dişliler yardımıyla hareket eder.

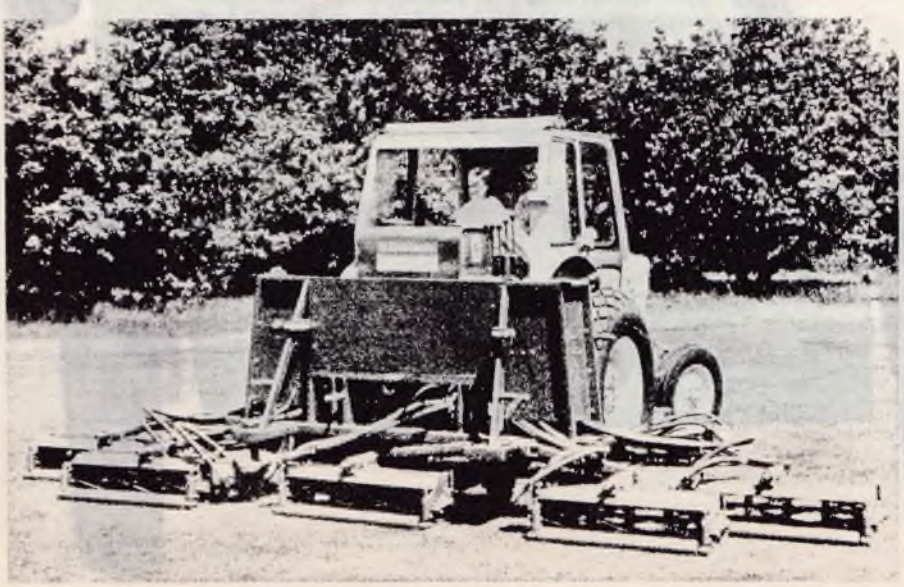
Silindirli biçiciler, kendi kendilerini bilerler; çünkü hareketsiz ve hareketli bıçak ağızları arasında bir bileme eylemi oluşur. Bu bileme eylemi, yatakların yıpranması ve bıçak ağızlarının kazayla bozulması nedeniyle zaman zaman kesilebilir; bu nedenle, çok sık kullanılan biçicilerin, belli zaman aralıklarıyla taşlama makinalarında *bilenmesi* gerekir.

Rotatif biçiciler: Bu tip biçicinin yatay bir düzlemde dönen ve tekerleklerine taşınan bir yuva içine yerleştirilmiş yalın bir döner kesicisi vardır. Rotatif biçici hafif olur, yalındır ve uzun çimlerin kesiminde iyi sonuç verir; ancak çok düzgün bir kesim yapamaz; hareket etmesi için de bir güç kaynağı gerekir. Kesme eylemi tırpanınkine benzer; ancak, kesici ağzın yüksek hızından ötürü, bileme gereksizdir. Bıçak ağzı, bir taşa değdiği zaman kırılmayıp eğilecek bir çelikten yapılmıştır. Böylece, kırılan parçanın tehlikeli biçimde dışarıya fırlaması önlenir. Kesimin yüksekliği ya tekerlek yüksekliğinin ayarlanmasıyla ya da bıçak ağzıyla tahrik mili arasına yerleştirilen farklı kalınlıklarda pullar yardımıyla değiştirilir. Benzinle işleyen ve gücün yalnızca biçme işlemine uygulandığı, kesilen çimi toplamayan yalın rotatif biçiciler, ilk kez A.B.D'nde tanındı. Elektrikli MATKAP'larınkine benzer motorları olan elektrikli tipler, günümüzde Avrupa'da da yaygınlaşmaya başlamıştır. Kesilen çimleri toplayan ya da yanında bir oturacak yeri bulunan daha gelişmiş modellerse, birçok ülkede günden güne daha çok görülmektedir.

Motorlu biçiciler: Gerçi büyük çim biçme makinalarının çekilmesi için toynakları yumuşatılmış midillilerden yararlanıldığı olmuştur, ama çim biçme makinalarının biçme kapasitesi, çoğunlukla bir insanın

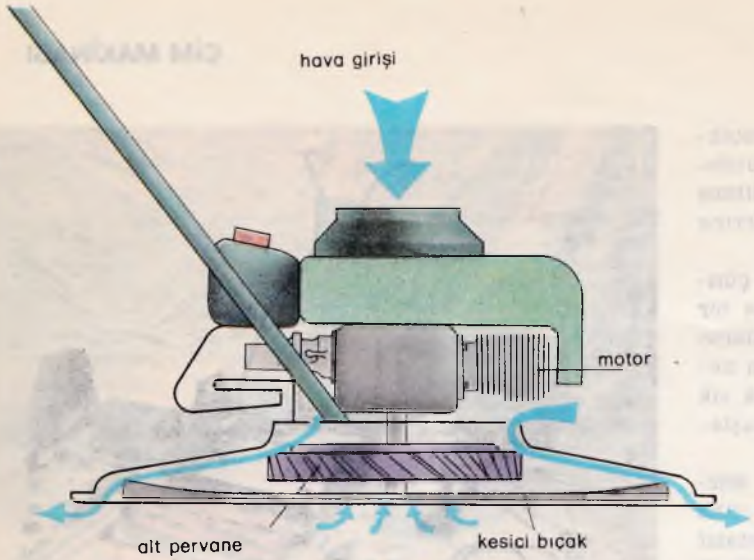


Tipik bir silindirli çim biçme makinasının parçaları. (üstte)



Elektrik motoruyla işleyen bir Flymo çim biçme makinası. Motor, kesici bıçak ağzını örten plastik başlığın içine hava üfleyen bir pompa pervanesini işletir. Başlığın altında bir hava yastığı oluşur. Böylece biçici, yerden yaklaşık 0,6 cm yüksekte hareket eder.(üstte)

Bir traktörün arkasına takılmış yedili bir biçici takımı. Her biçici birim, kızak ayakları üstüne monte edilmiştir ve kesiciler hidrolik motorlarla çalıştırılır. Hidrolik sıvıyı taşıyan esnek borular, resimde kolayca görülebilir. (solda)



İki zamanlı motoru ve geri sarmalı marşıyla, motorlu bir rotatif çim biçme makinası. Üst taraftaki küçük çizim, hava yastıklı bir çim biçme makinasının içindeki hava akımlarını göstermektedir. Bir pompa pervanesi, havayı içeri çeker ve plastik başlığın altından dışarı verir.

enerjisiyle sınırlı kalmıştır. Motorlu biçiciler, Birinci Dünya savaşından kısa bir süre sonra ortaya çıktı. Bunlar motosiklet motorları takılmış, kendinden tahrikli silindirli biçicilerdi. Bugün kullanılmakta olan birçok motorlu biçme makinası bu tiptedir. Motorlu biçicilerin bir yaya tarafından denetilenleri, ancak yürüme hızıyla hareket eder. Bu nedenle, günümüzde büyük alanlar için, üstüne binilebilir biçimde, vitesli ve marşlı tipler kullanılmaktadır. Geniş çimenlik alanlarda, sözgelimi futbol alanlarında çimenler, bir araya getirilmiş ve kauçuk tekerlekli bir traktörün ardına takılmış bir grup yandan tekerlekli biçici takımıyla kesilebilir. Hafif ve sessiz oluşları ve hava kirliliğine yolaçmamaları, hem silindirli, hem rotatif tipte, şehir elektriğine bağlanan elektrikli biçicilerin kullanımını artırmıştır. Bunların çoğu küçük bahçelere göredir; ancak, bazı hastane çimenlerinde de büyük tiplerinden yararlanılmaktadır. Yeniden doldurulabilir akümülatörlerden güç alan elektrikli biçiciler de yapılmıştır. Ne var ki bunlar, hantal ve sık sık sorun yaratan aygıtlardır.

Hava yastıklı biçiciler: Öncü yapımcısının koyduğu ticari markadan esinlenilerek 'Flymo' adı verilen bu tür biçiciler, İngiltere'de günden güne, daha çok kullanılmaktadır. Islak çimenler üstünde nemlenecek, kayabilecek ya da bir yere takılabilecek tekerlekleri bulunmayan bu makinalar, yağmurdan hemen sonra da kullanılabilir. Bu, havanın nemli olduğu bölgeler için büyük bir üstünlüktür. Hava yastıklı biçicinin bir hava verme düzeneği vardır. Kesici yuvası, yerden 0,6 cm yüksekliğe kalkan bir HAVA YASTIKLI aygıtın eteğini oluşturur. Hava akımı, kesilen çimlerin yeniden kesiciye verilmesini sağlar. Böylece kesilen çimler, çim kökleri arasında bir tabaka oluşturacak biçimde ezilip toz haline geldiğinden, toplanıp yok edilmeleri gerekmez. Hava yastıklı biçiciler, normal olarak ya iki zamanlı benzin motorlarıyla ya da şebekeye bağlı elektrik motorlarıyla işler.

ÇİNKO

Çinko, sık altıgen düzende billur yapılı, mavimsi beyaz renkli bir metaldir. Yoğunluğu aşağı yukarı demirinkine yakındır; ama alaşım elementlerinin eklenmesinden sonra bile pek kuvvetli bir metal sayılmaz. Çinko 420°C'ta erir ve nispeten düşük bir sıcaklık olan 907°C'ta kaynar.

Çinko, doğal halde bulunmaz. Bilinen en eski metal halinin, PİRİNÇ (çinko ve bakır alaşımı) olduğu sanılır. İlk metalürjiciler, bakırı çinko filiziyle ısıtarak pirinç elde etmeyi öğrenmiş, ancak bunun nasıl gerçekleştiğini anlamamışlardı. Bu yüzden, işlem sırasında arı çinko ortaya çıksa bile, bakır tarafından soğurulmayan bu metal, buharlaşarak yok oluyordu. Çin ve Güney Asya'dan Avrupa'ya önemli miktarda çinko, ilk kez, XVII. yüzyılda getirildi. Yüz yılı aşkın bir süredir Avrupa'da çeşitli metalleri ve maden filizlerini tanımlayan «çinko» adı, ancak o tarihten sonra yalnızca söz konusu metal için kullanılmaya başlandı. Batı'da ilk çinko arıtımevi William Champion tarafından, 1740'larda Bristol yakınlarında kuruldu.

Bu oyuncak itfaiye arabası, magnezyum ve alüminyum içeren bir Mazak çinko alaşımının, basınçla kalıba dökümünden yapılmıştır.

Üretim: Çinkonun başlıca filizi, *çinko blend*'i adı verilen sülfürlü filizdir. Bir başka önemli filiz de, *kalamin*'dir (çinko karbonat, $ZnCO_3$). Çinko sülfürü ya da çinko karbonatı, oksitlerine dönüştürmek için, filizler, genellikle havada kavurma yöntemiyle işlenir:

$$\underset{\text{çinko blendi}}{2\,ZnS} + \underset{\text{hava}}{3O_2} \longrightarrow \underset{\text{çinko oksit}}{2\,ZnO} + \underset{\text{kükürt dioksit}}{2\,SO_2}$$

$$\underset{\text{kalamin}}{ZnCO_3} \longrightarrow \underset{\text{çinko oksit}}{ZnO} + \underset{\text{karbon dioksit}}{CO_2}$$

Atmosfer basıncında çinkoya indirgenme (Bk. YÜKSELTGENME VE İNDİRGENME), ancak metalin kaynama sıcaklığının üstünde ortaya çıkar. Bu yüzden tepkime, genellikle yatay damıtma fırınlarında yapılır ve çıkan çinko buharı, kilden yapılmış kaplarda ve demir borularda yoğuşturulur. Büyük miktar karbon dioksit oluşumuna engel olmak için, tepkimenin, yaklaşık, 1 300°C'ta yürütülmesi gerektiğinden, bu yöntem sıcaklık açısından çok verimsizdir. Ancak, pahalı olmasına karşın ısıl geçirgenliği iyi olan silisyum karbürden yapılmış dikey damıtma fırınları kullanılarak, bir ölçüde gelişme sağlanmıştır. İndirgenme tepkimesi aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\underset{\text{çinko oksit}}{ZnO} + \underset{\text{karbon}}{C} \longrightarrow \underset{\text{çinko metali}}{Zn} + \underset{\text{karbon monoksit}}{CO}$$

Oldukça yeni bir yöntem de, çinkonun yüksek fırında eritilmesidir. Gerekli ısının, bir bölüm karbonun hava akımıyla yanması sonucu elde edildiği bu tip indirgenmede ortaya çıkan sorun, fırın gazında büyük miktarda karbon dioksit oluşumunun önlenememesidir. Bu yüzden çinko buharı, soğuma sırasında, yeniden çinko oksite yükseltgenir. Söz konusu güçlüklerin üstesinden, çinko buharının içine sıcak halde erimiş kurşun püskürtülerek gelinmiştir. Kurşun 550°C'ta çinkoyu çözer ve 440°C'ta başka bir bölmeye alınır. Bu sıcaklıkta erimiş çinko, kurşunun üstünde ayrı bir tabaka oluşturduğundan kolayca ayrılır. Kurşun da yeniden püskürtme bölmesine alınır. Bu yöntem, hem çinkonun büyük miktarda elde edilmesini sağlar, hem de kurşun-çinko karışımı filizlerin birlikte işleme alınmaları için çok uygundur. Püskürtme bölgesinde, gazlardan çinko çıkarılırken, yüksek fırının alt bölümünden kurşun çekilir.

Çinko başlıca iki yöntemle arıtılır: *Sıvılaştırma; yeniden damıtma.* İlk yöntem çinkonun, kurşundan yüksek fırında eritilerek ayrılmasına çok benzer. Çinko, birkaç saat kaynama sıcaklığının biraz üstünde tutulur; bu süre içinde kurşun ve demir artıkları dibe çöker. Sonra arı metal, başka bir kaba alınır. Yeniden damıtma yönteminde ise, ayrımlama işlemiyle bu artıkları ortadan kaldırmak için, demir ve kurşunun nispeten daha yüksek kaynama sıcaklıklarından (1 500°C'tan daha yüksek) ve kadmiyumun düşük kaynama sıcaklığından (780°C) yararlanılır.

Kullanım alanları: Dünya çinko üretiminin yak-

Arılık derecesi yüksek olan çinko külçeleri. Yüksek arılıkta çinko üretimi için ilk aşama, çinko oksiti karbonla indirgemektir. Sıvılaştırma ya da yeniden damıtma yoluyla daha da arılaştırılabilir.

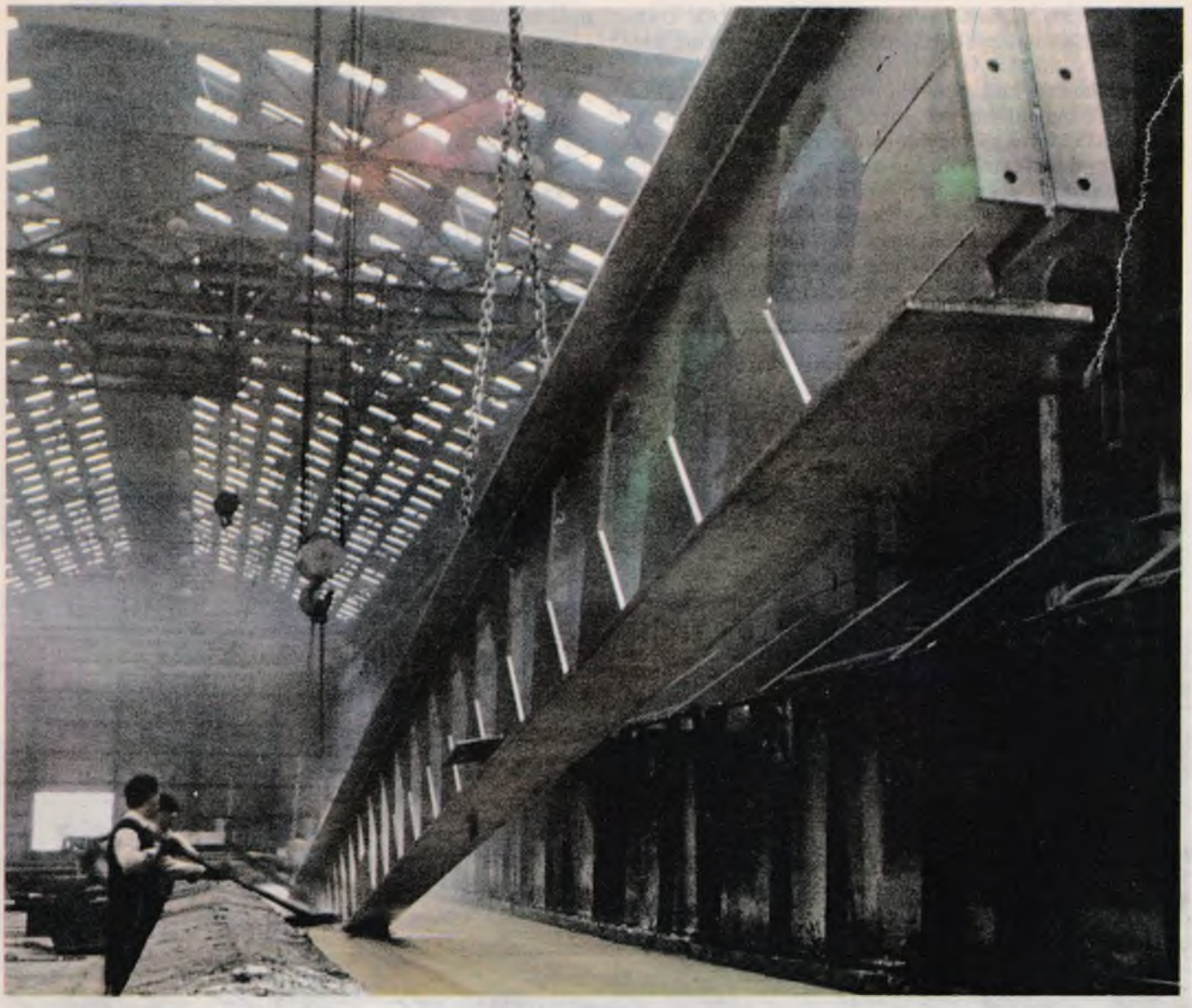
laşık % 23'ü, aşınmadan koruma amacıyla (Bk. GALVANİZLEME) demir kaplarda, % 20'si ise pirinç üretiminde kullanılır.

Çinkonun kullanım alanları arasında KALIPLA DÖKÜM önemli bir yer tutar. Burada erimiş metal, genellikle karmaşık biçimli olan çelik kalıbın içine basınçla püskürtülür. Oluşan döküm, kalıp boyutlarına öyle kesinlikle uyar ki, son biçimini alması için, genellikle yeniden işlenmesi gerekmez. Mekanik özellikleri de, benzer kum dökümünden üstündür; çünkü hızlı katılaşma sonucu, taneler çok küçük olur. Çinko, erime sıcaklığı düşük ve kuvveti yeterli olduğu için kalıpla döküme elverişlidir.

450°C olan döküm sıcaklığında bile çinko, döküm makinasının parçalarına ve çelik kalıplara etkir. Bu yüzden hem makinanın, hem de kalıpların ömrünü uzatmak için, metale % 4 oranında alüminyum eklenir. Çinkonun arılık derecesinin dikkatle denetlenmesi gerekir. Küçük miktarlarda kurşun, kadmiyum ve kalay, tane sınırlarına doğru göçerek tane sınırı gevrekleşmesine neden olur ve alaşımın gerçekten parçalara ayrılmasıyla sonuçlanan çok önemli bir kusur oluşturur. Tipik bir kalıpla döküm alaşımı, % 1 oranında mekanik özellikleri zenginleştiren bakır, % 4 oranında alüminyum ve toplamları % 0,02'den daha az olmak koşuluyla kurşun, kadmiyum ve kalay içerebilir. Çinko kalıp döküm parçaları geniş uygulama alanı bulur. Otomobil endüstrisinde karbüratör, kapı kolları ve pervazları böyle yapılır.

Çekme çinko, kuru pil kutularında ve basım işle-

Yüzdürme yöntemiyle çinko filizinin arıtılması. Eritilmiş kütleye hava akımı verilerek, çinko sülfür filizinin yüzeyinin köpürmesi ve kurşun ile gümüş bileşiklerinin dipte kalması sağlanır.



Çinkonun önemli bir kullanım alanı, demir içeren metaller için koruyucu bir kaplama oluşturan galvanizlemedir. Resimde «sıcak banyo» işlemi görülmektedir.

rinde kullanılır. Gemi ve denizaltı boru hatlarında bulunan çelik yapıların korunmasında (Bk. KOROZYON ÖNLEME) da çinkodan yararlanılır. % 1 bakır ve % 0.1 titanyum içeren çinko levhalar, damlarda kaplama maddesi olarak kullanılır; küçük miktardaki titanyum, çinkoyla metalsi bir bileşik oluşturarak, maddenin bozulmasına karşı direnci artırır. Öte yandan çinko ile % 22 alüminyum alaşımı, herhangi bir kırılma olmadan, kendi uzunluğunun birkaç katı kadar geri lebilir.

Metallerin çoğu gibi, çinko da kuvvetli asitlerin etkisiyle çözünerek bir çinko TUZ'u ve hidrojen gazı oluşturur. Çinko ile asitin bu tepkimesi, genellikle, laboratuvarda küçük miktarlarda hidrojen üretmek için kullanılır. Kullanılan asit hidroklorik asit ise, tepkime aşağıdaki biçimde olacaktır:

$$Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$

çinko — hidroklorik asit — çinko klorür — hidrojen

En geniş kullanma alanı olan çinko bileşikleri, çinko oksit ile çinko sülfürdür.

ÇİVİ ÜRETİMİ

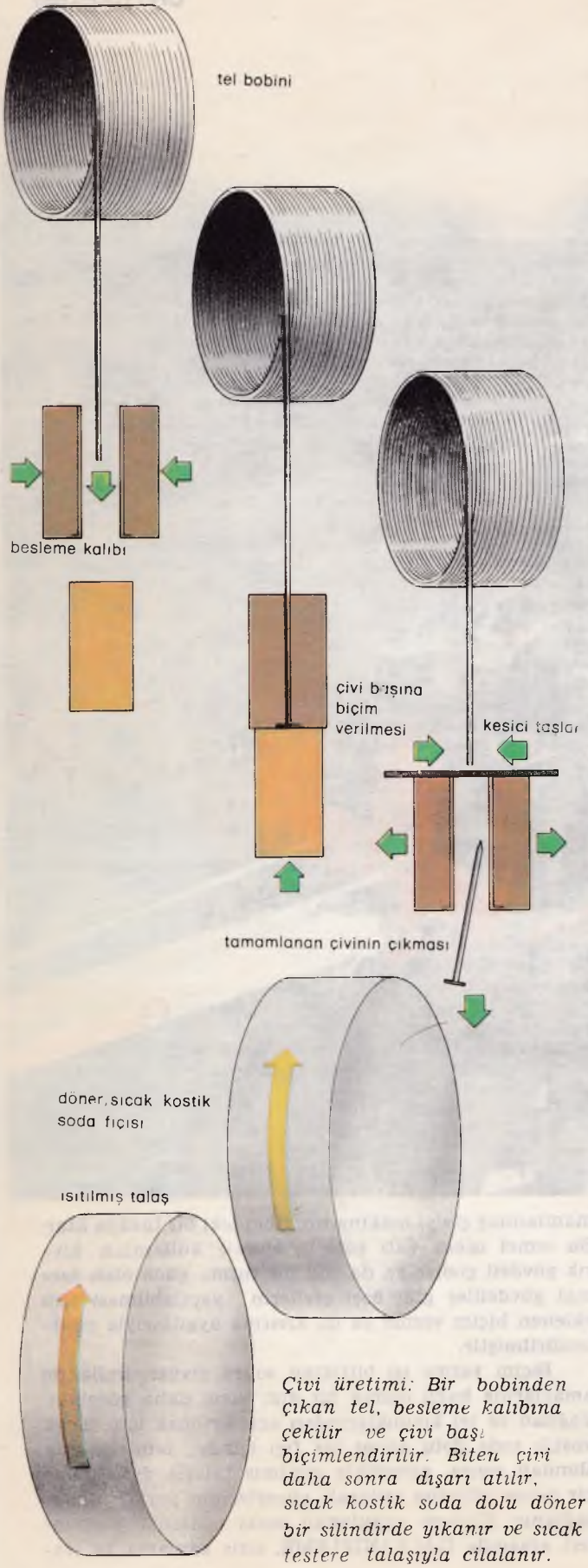
Çivi üretimi endüstri işlemlerinin en etkililerinden ve büyük oranda makineleşmişlerinden biridir. Önceleri çiviler, demirin ocakta kızdırılmasıyla işleniyordu. Daha sonra çekme demir levhalardan kesildi.

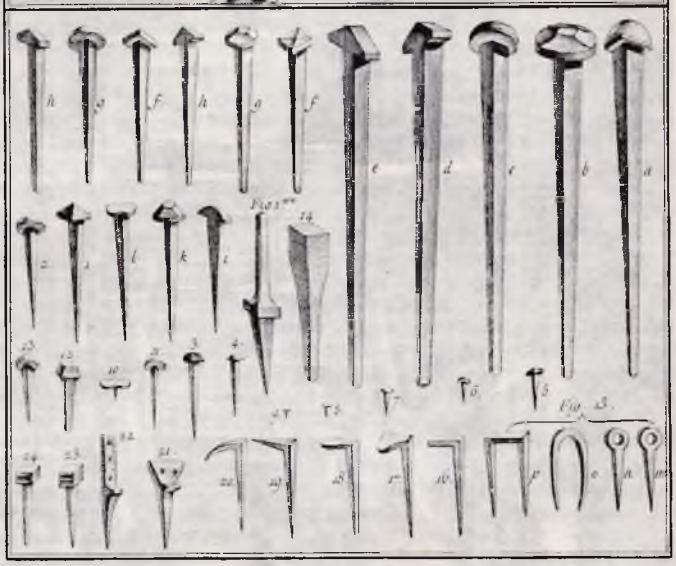
Koruma sağlaması için geminin gövdesine çinko alaşımı anotların kaynaklanması. Çinko, demirden daha önce tepkimeye girecektir.

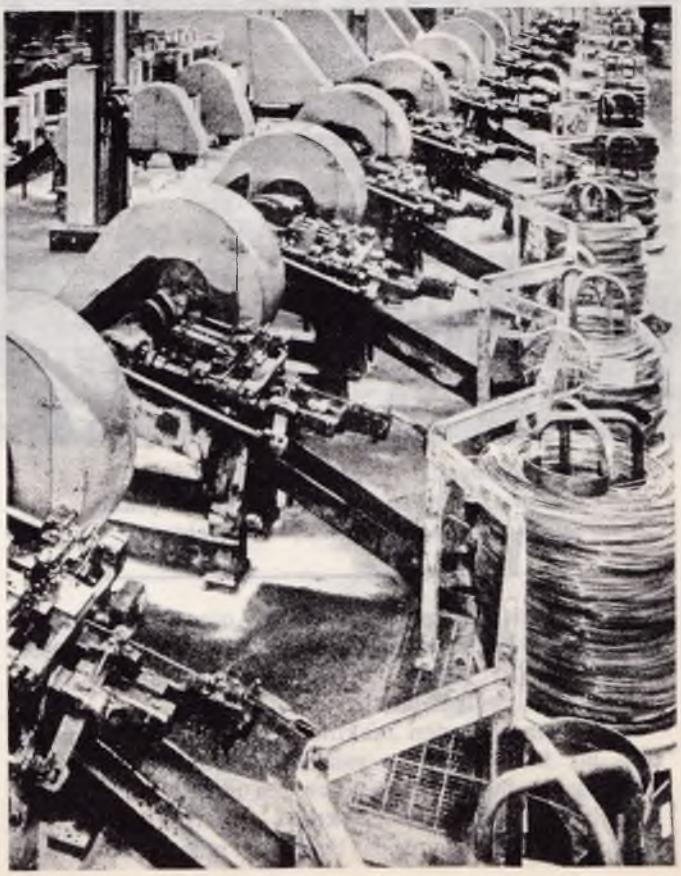
XIX. yüzyılda ise, tel bobinlerinden otomatik makinalarla bir çivi üretme yöntemi geliştirilince, seri üretime geçildi. Çivi üreten makinanın temel ilkesi, o günden bu yana değişmemiştir.

Tel, bir bobinden makinaya çekilir. Baş, tel ucunun bir kalıp üstünde yassıltılmasıyla oluşturulur. Daha sonra bu tel kıstırılır ve ucu oluşturacak biçimde, birlikte hareket eden kesici taşlarla belli uzunluklarda kesilir. Sonunda boşaltma mekanizması, tamamlanmış çiviyi makinanın dibindeki bir tavaya atar. Bu temel işlem, çatı gereci olarak kullanılan kıvrık gövdeli çiviler ya da sıkı bir tutma gücü olan sarmal gövdeliler gibi özel çivilerin yapılabilmesi için eklenen biçim verme ya da kıvırma aygıtlarıyla çeşitlendirilmiştir.

Biçim verme işi bittikten sonra çiviler, kullanım amaçlarına bağlı olarak bir dizi işlem daha görebilir. Yağdan ve tel kıymıklarından arındırılmak için, sıcak kostik soda dolu döner bir fıçı içinde temizlenirler. Bundan sonra, genellikle ısıtılmış talaşla dolu ikinci bir döner silindire atılarak, yüzeylerinin parlak olması sağlanır. Çivilere uygulanan öteki cilalama yöntemleri arasında GALVANİZLEME, çiriş kaplama ve *çin-*



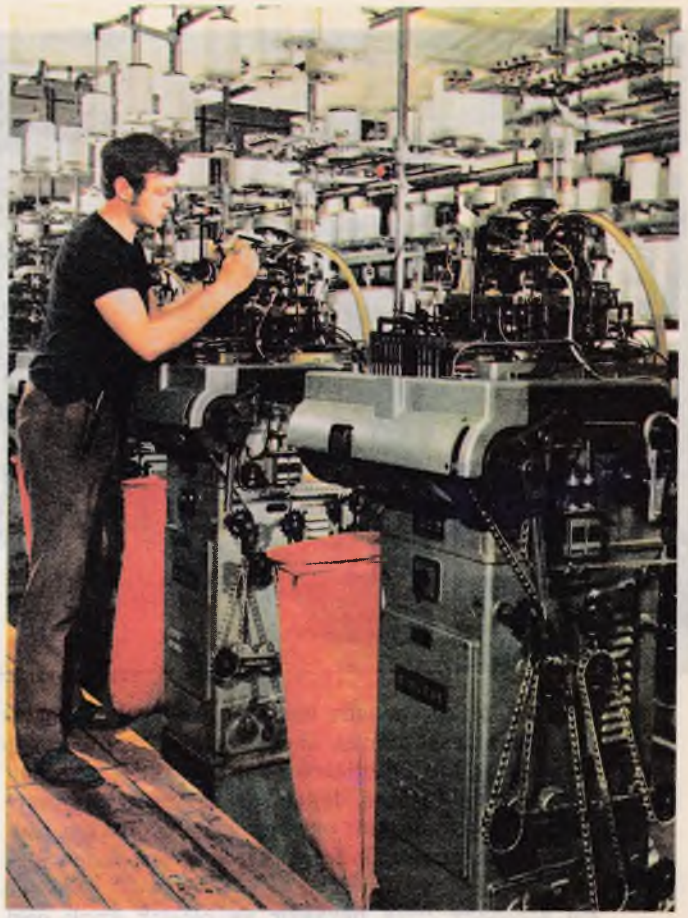




Çivi üretimi: Bir bobinden çıkan tel, besleme kalıbına çekilir ve çivi başı biçimlendirilir. Biten çivi daha sonra dışarı atılır, sıcak kostik soda dolu döner bir silindirde yıkanır ve sıcak testere talaşıyla cilalanır. (üstte)

Diderot'nun 1784 yılında yayımladığı Ansiklopedi'den alınmış bu resimde, çivilerin elle üretildiği demirci ocağı ve çeşitli çivilerden bir dizi örnek görülmektedir. Üst sırada solda bulunan kare başlı çiviler, büyük bir olasılıkla, mıh'tır. Bazı uzun çivilerin başlarınaysa, süsleme amacıyla özel biçim verilmiştir. Bunlar, sözgelimi çatı kirişlerinin birbirine tutturulması için yapılmış çiviler olabilir. (solda üstte)

Galler bölgesinde (İngiltere) bir modern çivi fabrikasının makinaları. Bir bobinden çekilen telin ucu yassıltılırken, öteki ucun kesilmesi ve biçimlendirilmesi aynı anda yapılmaktadır. Bu fabrikanın, saniyede ortalama yedi çivi çıkaran 200 makinası vardır. (solda altta)



ko emdirme ya da *Sherard süreci* adı verilen çinko kaplama vardır. Çinko kaplama, çivilerin kapalı bir kap içinde çinko tozu ve çınko oksitle, 300°C'a ulaşan sıcaklıklara kadar ısıtılmasıyla, aşınmaya dirençli bir kaplama uygulanmasıdır.

Çivi fabrikalarındaki PAKETLEME makinaları, tıpkı üretim gibi, büyük oranda otomatiktir. Paketleme makinalarında bulunan mıknatıslarla, çiviler önce tartma aygıtlarına taşınır, oradan karton kutulara doldurulur. Karton kutuların mıknatıs kutupları önünden geçirilmesiyle, çivilerin paralel sıralar halinde dizilmesi sağlanır. Paketleme işlemi tamamlanınca çivilerin mıknatıslığı giderilir.

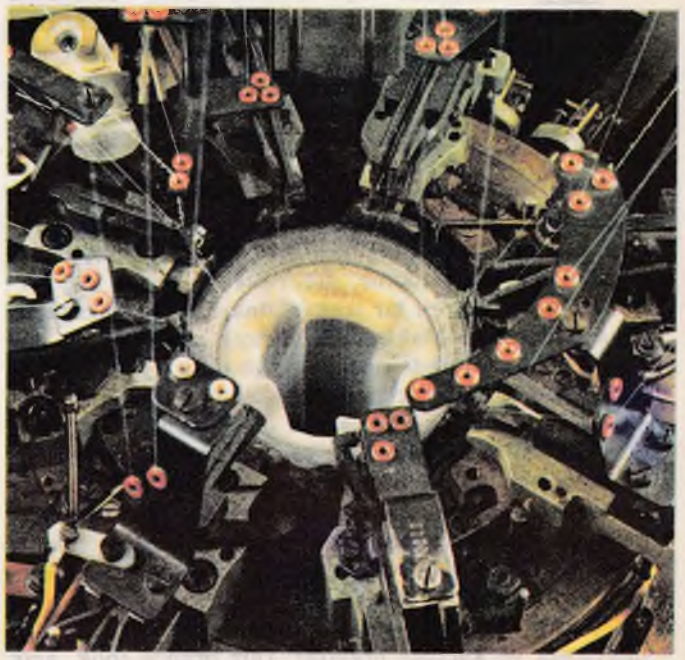
ÇORAP ÜRETİMİ

İlk ÖRGÜ (trikotaj) makinası İngiltere'de Elizabeth I döneminde bulundu ve kısa sürede geliştirilerek, ince ipek çorap yapımına geçildi. XVIII. yüzyıl başlarında çorap üretimi, başlı başına bir endüstri dalı haline geldi. Bununla birlikte işçilerle ve işçi örgütleriyle sürtüşmelerin başlaması, Londralı çorapçıları, Midlands yöresine taşınmaya zorladı ve orada, 3 000'i aşkın çorap tezgahı kuruldu. Bu tezgahlardan bazıları günümüz makinaları kadar ileriydi ve iki buçuk santimetre kare başına 700 ilmik dokuyordu.

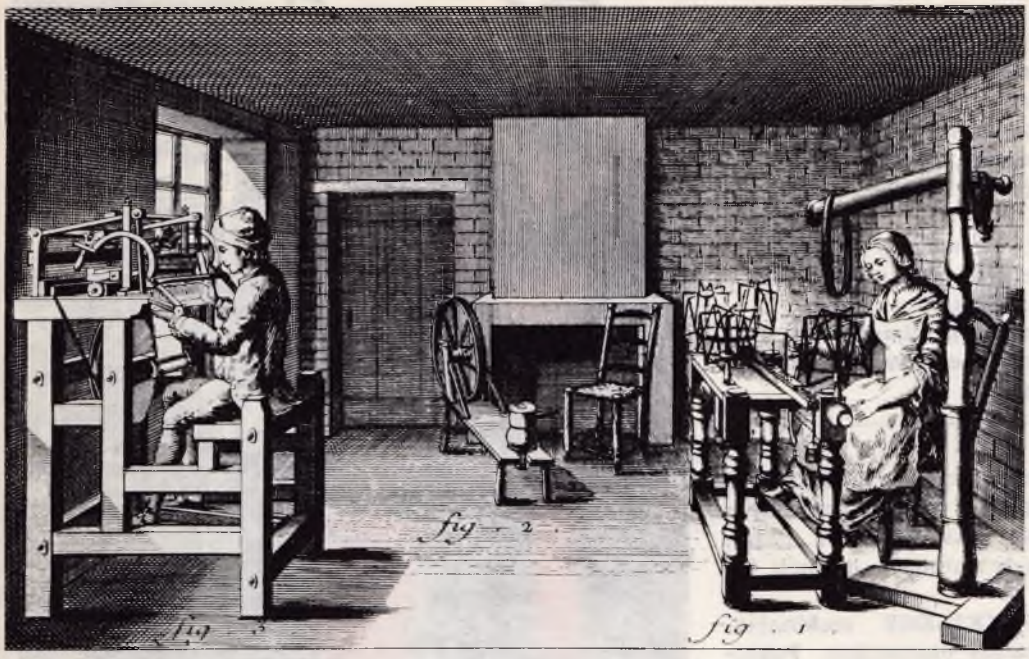
Dikişsiz çorap yapımı geçen yüzyılda başladıysa da, günümüzün üretim düzeyine ancak son 20 yılda, esnek naylon ipliğinin geliştirilmesinden sonra yükselebildi.

İplik: Sentetik bir iplik olan naylon'un kadın çorabı yapımında kullanılması öylesine yaygınlık kazanmıştır ki, giderek «naylon» sözcüğü, neredeyse çorap ve külotlu çorapla eşanlamlı sayılır olmuştur. Arasıra ipek, pamuk ve yün gibi başka tür ipliklerin de kullanıldığı olur; ama endüstrinin en büyük kesimi, özel ısıl işlemden geçirilip bükülerek, iyice esneklik ve sağlamlık kazandırılan naylon ipliğini kullanır. Bu iplik,

Bu modern dairesel örgü makinaları, külotlu çorapların yapıldığı tek bacakları dokur. Ancak son gelişmeler, bu çorapların da tek parça halinde dokunmasına olanak vermiştir. Bu aşamada çoraplar, resimde görüldüğü gibi, beyazdır. (üstte)



20 denye iplik dokuyan bir 8 girişli makinanın dokuma başı. Mandallı tığlar, dokuma işleminin çeşitli aşamalarında bulunmaktadır. (sağda)



XVIII. yüzyılda erkekler de, kadınlar gibi uzun, ince çoraplar giyerlerdi. Bunlar, ipek, yün ya da pamuktan, çoğunlukla elle örülerek yapılırdı. Çorap tezgahının bulunması, daha hızlı üretime olanak sağladı. Bu tezgah, bir sıra yatay tığdan oluşuyordu. Tığların bir baskı çubuğuyla gevşetilen gözleri ve ağırlık kurşunları vardı. Tezgahtan çıkan dokuma dümdüzdü ve çorap haline gelmesi için dikişle birleştirilmesi gerekiyordu. Resimdeki dokumacı, tezgahta ipek çorap dokurken, karısı da bobinlere ipek çilelerini sarmaktadır. (solda)

esnekliğiyle, birkaç bedene birden uyabilecek çorap ve külotlu çoraplar yapımına olanak sağlar. İplik, çorap yapımcısına teslim edildikten sonra sıcaklığı ve nemi denetim altında tutulan depolarda saklanır; standart ölçülere uyup uymadığını öğrenmek için, iplikten rasgele alınmış örnekler, laboratuvarda denetimden geçirilir.

Bu aşamada iplik beyazdır ve plastik kaplı özel masuralara sarılıdır. İpliğin ağırlık ve kalınlığı *denye* ile ölçülür. Bir denye, 9 000 metre ipliğin gram olarak ağırlığına eşittir. Çoraplar, 15, 20, 30 ve 60 denye naylondan yapılır. En incesi 15 denye'dir.

Örgü: Masuralar örgü makinalarının üstündeki çerçevelere yerleştirilir ve iplik hemen aşağıdaki makinaya geçirilir. Masuralar «çift kuyruk» adı verilen bir yöntemle birbirine bağlanır; böylece biri boşalınca, yerine otomatik olarak dolusu geçip işlemi sürdürür. Her külotlu çorap için yaklaşık 6 km iplik kullanılır.

XIX. yy'ın ortalarında bulunan «gagalı tığ» günümüzün bütün çorap makinalarında kullanılır. Bunun ucunda bir çengel vardır; çengel, menteşeli bir mandalla açılıp kapanır; tığın öteki ucunda ise, onları kaldırıp indiren bir mekanizmaya bağlı kuyruk ya da sap bulunur. Makina silindirinin dış yüzünde, dikine kanalları içinde 400-430 kadar tığ (ya da iğne) vardır. Bu kanallar, tığların bulunduğu yerin çok aşağısına kadar uzanarak, karışık desen örmeye yarayan düzeneklere yer bırakır. Söz konusu desen düzenekleri, *mikromeş* ya da *kaçmaz* gibi özel dokuların yapımında kullanılır. Dokuma sırasında çorap, silindirin içine düşer ve bir vakum aygıtıyla aşağı doğru çekilir. Tamamlanınca da kendiliğinden, makinanın yanındaki bir torbaya atılır.

Çorapçılıkta kullanılan üç temel desen örneği, düz, mikromeş ve kaçmaz örgüdür. Düz örgüde iplik, açık gagadan geçirilir; bu gaga, bulunduğu kanaldan aşağı doğru iner ve mandalın bir önceki ilmiğe çarpmasıyla durur. İlmik, tığ aşağı doğru çekilirken mandalı kapatır ve yeni iplik, aşağı doğru inmesini sürdüren tığ başının üstündeki eski ilmikten geçirilip çekilir. Yeni ilmiği bir öncekinin içinden geçiren tığ, yeniden yukarı çıkıp yeni bir çevrime hazır olur. Çoraba biçim, ilmik sayısını azaltıp çoğaltmakla verilir.

Kaçmaz ya da mikromeş örgü dokunurken tığlar, aynı kanalda ve hemen altlarında bulunan yataklarıyla kaldırılır. Söz konusu örgü, iki ya da daha çok ilmiğin birden yapılmasıyla dokunur. Tığ ancak belirli bir yüksekliğe kadar geri çekilir. Bu yükseklikte iplik, tığ sapından geçmez ve bir dahaki çevrimde, yeni bir iplikle aşağı inerken önceki ipliği de alır. Böylece çift katlı bir ilmik oluşur ve ilmiklerin sökülüp gitmesi önlenmiş olur.

Örgü işi tamamlanınca, külotlu çoraplar kesilip dikilir. Günümüzde, bir parmak ucundan başlayıp bacağı ören, sonra bel bölümüne kadar bel lastiğiyle birlikte külotu yapan ve ikinci bacağı dokuyup öteki parmakta son bulan, yani tek parçalı külotlu çoraplar ören, makinalar da geliştirilmiştir.

Bununla birlikte, *tek parça* külotlu çoraplar, düz olarak dokunup sonradan arkadan bir dikişle birleştirilir. Bunlara ilmik sayısının azaltılmasıyla biçim verilir.

Modern bir makina, bir külotlu çorabı üç ile altı dakika arasında, tek parça dokuyan makina ise, üç dakikada dokur. XVI. yüzyılda bir dokumacının, tek bir ipek çorabı elle ancak iki haftada tamamlayabildiği düşünülecek olursa, bu yolda ne büyük bir gelişme gerçekleştirildiği daha iyi anlaşılır.

Bitiştirme, tamamlama: Parmak uçlarını açık bırakan türde makinalarda, dokunmuş çoraplar, dikiş bölümüne geçirilir ve orada açık uç dikilir. Bundan

Kalıp üstündeki yanı desenli çorabın, buhar ısısıyla ütülenişi.

sonraki işlem, düzeltme işlemidir: Çünkü örgü makinasından çıkan çorap, genellikle buruşmuş olur. Düzeltme ve ütüleme, ısıtılmış bir bacak kalıbı üstünde ya da dev bir firketeyi andıran soğuk bir tel çerçevede yapılabilir.

Artık, iki ayrı bacak, birleştirilmeye hazırdır. Dokumacı, iki yarıyı bir overlok makinasına verir; bu makina çorabı bir bıçakla kesip birbirine diker. Çoraplar ağ konmaksızın, yalın bir U dikişiyle birleştirilebileceği gibi, çeşitli ağlar konarak, hattâ büyük boylar için geniş arka kesimli yapılabilir.

Boyama: Buraya kadar çoraplar beyazdır. İstenilen rengin verilmesi için boyahaneye gönderilirler. Orada, biçimlerinin bozulmaması ve boyanın düzgün olması için, sosise benzer büyük kolların içine sokulurlar. Boyama işlemi sırasında çorapların istenen renkleri alıp almadığı, örnekler üstünde denetlenir.

Boyanmış çoraplar, perspeks telden kalıplara geçirilerek, sökük ya da kaçık olanları çıkarılır (abraj). Sonra da katlanıp, tek tek paketlere ya da kutulara yerleştirilir.

ÇÖPLERİN TOPLANMASI VE YOK EDİLMESİ

En az 5 000 yıldan bu yana lağım suları için çeşitli kanalizasyon sistemlerinin varolmasına karşın (İ.Ö. 3 000 yıllarında Ninova'da lağım vardı), artıkların ya da katı çöplerin yok edilmesiyle ilgili örgütlü işlemler, oldukça yeni bir buluştur. İlkel topluluklar, ürettikleri çöp yığınları dayanılmayacak ölçüye ulaştığında, sorunu başka bir yere göç etmek gibi yalın bir yöntemle çözebiliyorlardı. Ancak, hem kentlerin giderek genişlemesi, gündelik yaşamda üretilen çöpün yok edilmesine ilişkin tatsız sorunları şiddetlendirdi, hem de organik olmayan şişe, vb.kaplar ile paketleme malzemesinin çoğalması yeni zorluklar yarattı. 1970 yılında, İngiltere'de ortalama bir ailenin haftada ürettiği çöp, 16 kg'ı bulmuştu; sanayileşmiş Batı ülkelerinde ise bu ağırlık 24 kg'dır. 1971 yılında katı çöplerin yok edilmesi, A.B.D. halkına 4 500 000 000 dolara maloldu. Önceleri, bir metreküp artığın yok edilmesi için, yaklaşık bir metrekarelik alana gereksinme vardı; ancak günümüzde çöplerin çoğu çürüyebilir (doğal olarak çözünebilir) nitelikte değildir ve bu etmen, dünyada kullanılabilir toprağın azalmasıyla birlikte ele alındığında, dev boyutlarda sorunlar yaratmaktadır.

Çöpün toplanması: Çöp günümüzde ortaya üç sorun çıkartır: Toplanma; depolanma; yok edilme. Birçok kişi için çöpçü, çöp sorununun son noktasını simgeler. Toplama ve taşıma için harcanan emek, çöp için yapılan harcamaların büyük bir bölümünü oluşturmaktadır; örneğin A.B.D'nde, bu oran yaklaşık %80'i bulmaktadır. Kentlerde yaşayanlar için çöpçülük hizmetlerindeki en önemli aşama, standart kapalı kapların ya da ağzı bağlı plastik torbaların kullanılması yolundaki istek olmuştur.

Özel olarak yapılmış ilk çöp toplama aracı, 1922 yılında ortaya çıktı. Çöp toplama araçları, günümüzde, iki yandan yüklenebilmekte ve sıkıştırma, üst üste bindirme türünden başka hidrolik özellikler de taşımaktadır.

Bazı topluluklarda çöpçüye gerek kalmamıştır. Sözgelimi, İsveç'te 140 birimden oluşan bir yerleşme bölgesinde sorun, çöp kanalları ve yeraltında iki buçuk km kadar uzanan bir ana boru yardımıyla çözülmüştür. Ana borudaki hava, türboemiciler yardımıyla emilmekte, bunun sonucunda oluşan vakum, evlerden gelen çöp kanallarındaki kapakların açılmasına ve bu kanalların üst tarafında bulunan çöp dolu bölmelerdeki havanın emilmesine neden olmaktadır. Böylece çöpler, yeraltındaki ana boruya doğru çekilmekte ve saatte 80 km'lik hızla bir siloya taşınmaktadır. Çöp yığını, silonun tepesine boşaltılırken, ana borudan çekilen hava da atmosfere çıkmadan önce süzülür. Bu yöndeki bir başka yenilik de, A.B.D'nde pazarlanan elektrikli çöp kutularıdır. Bu aygıtlar, içlerine atılan kağıt yığınlarını bozundurur, parçalar ve sıkıştırır. Ayrıca, büyük sıkıştırıcıların küçük örnekleri de evlerde kullanmak için satın alınabilmektedir. Bunlardan bazıları çöp yığınının hacmini %90 oranında azaltmakta, hattâ, böylece ortaya çıkan küçük yığını SELOFAN bir torba içinde paketlemektedir. Mutfak lavabosunun altına monte edilebilen bir başka tür özel çöp yok edicileri de, çöpçüler tarafından toplanması gereken pis organik artık miktarını en düşük düzeye indirir. Bir elektrik motorundan güç alan bu ay-

Belediyelerde kullanılan bu çöp yakma aygıtının depolama bölmesi, 24 saatte toplanan çöpü barındırabilecek kadar büyüktür. Çöpler, sürekli yanan yanma odasına, yerçekimi etkisiyle ulaşır.

gıt, pissu borusuna bağlanır. Aygıt, organik katı maddeleri, standart kanalizasyon sistemlerine uygun bir asıltı haline getirecek hızda çalışan öğütücülerden oluşur.

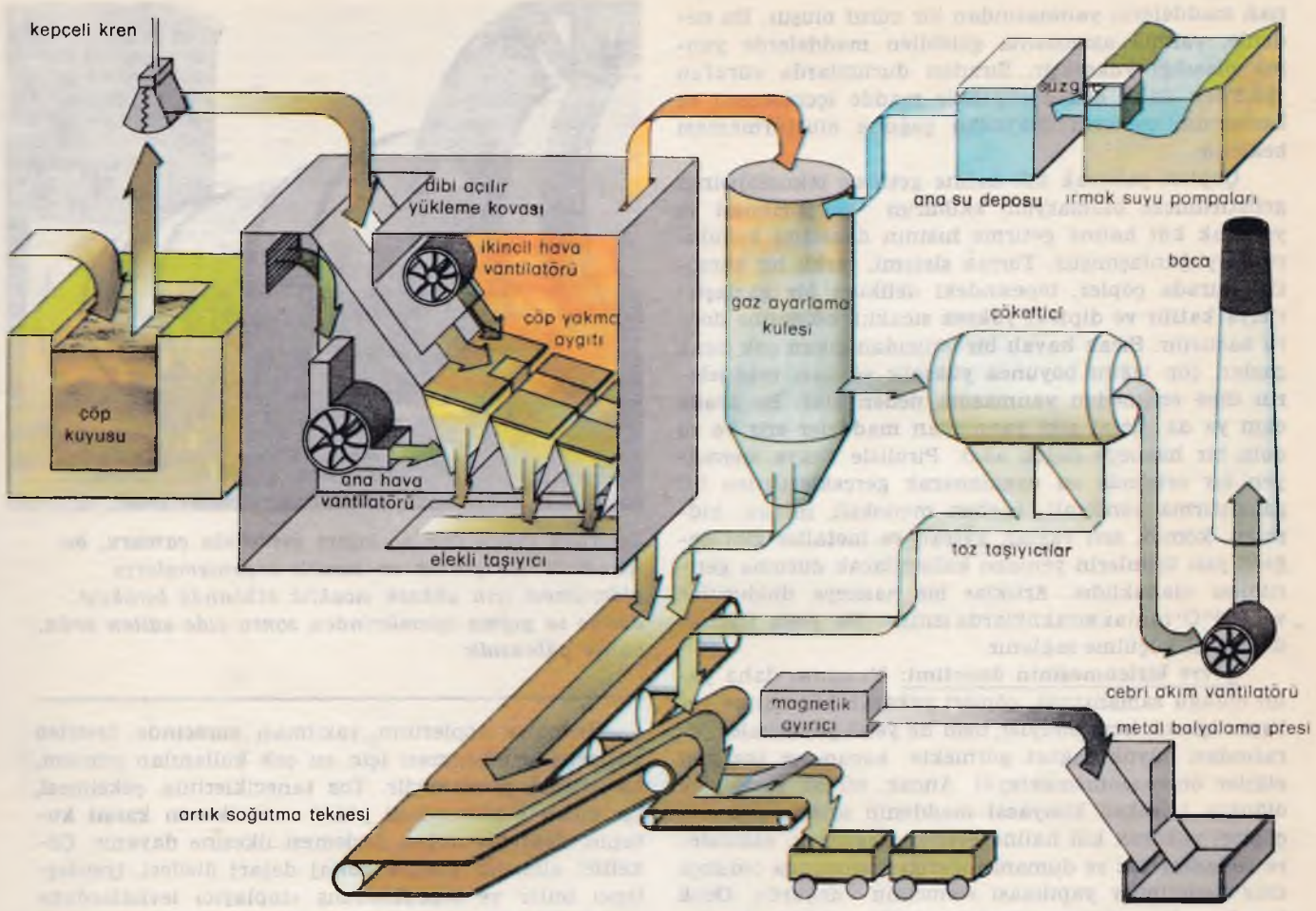
Çevre korumacıların çöp konusuna ağırlık vermesi, halkın da evlerden alınan çöp yığınlarının yok ediliş biçimiyle ilgilenmesine yolaçmıştır. Bunun yanı sıra, yerel yönetimler ve küçük topluluklar, çöplerin atılabileceği arazi bulmakta zorluk çekmeye başlamışlardır. İngiltere'de çöplerin büyük bölümü, çöp tepelerine atılır; A.B.D'nde ise sıhhi çukurlarda biriktirme yöntemi uygulanmaktadır. Eskiden uygulanan açık çöplük sistemi yetersiz olduğu, kötü bir görünüm verdiği, ekonomik olmadığı ve tehlike yarattığı için bırakılmıştır. 1916 yılında İngiltere'de, denetimli çöp tepelerinin oluşturulması yöntemi deneniyordu. Bu yöntemde çöpler sığ tabakalar halinde yayılır ve üstleri, alttaki tabakayı sıkıştıracak biçimde toprakla kaplanır. Toprak tabakalarının derinliği, havalanmaya ve doğal çözünmeye olanak vermesi için, çoğunlukla 2 metreden az olur ve zamanla büyük nesnelerin göçmesi sonucu bozuk yüzeylerin ortaya çıkmasını önlemek amacıyla, çöp artıklarının önceden parçalanmış ve sıkıştırılmış olmasına dikkat edilir. Bu sistemle arazi, kullanıma elverişli hale getirilebilir. Birçok çöp tepesi, daha sonra park haline getirilmiş, hattâ A.B.D'nde yapay kayak alanları haline dönüştürülmüştür. İngiltere'de, artıkların yaklaşık % 90'ı bu yöntemle ortadan kaldırılmaktadır; ancak yer darlığı, artıkların önceden işlem görmesini ve hacimce küçültülmesini gerektirmektedir.

«Ham» çöplere uygulanabilecek iki temel teknik vardır: Öğüterek toz haline getirme; yakarak kül haline getirme.

Öğütme: Bu, çöplerin öğütülmesi, elenmesi, kıyılması ve böylece hacimce küçülmesi için mekanik yollardan yararlanılan bir işlemdir. Çöplerin öğütülerek toz haline getirilmesinin başlıca iki yöntemi vardır: Sulu; kuru. Sulu yöntemde, su gücünden yararlanılarak, daha pahalı enerji kaynaklarına duyulabilecek gereksinme azaltılır. Ancak, ağırlık hesapları ve artıkların taşınmasında ortaya çıkan sorunlar nedeniyle, kullanımı çöp tepelerinin bulunduğu yerle sınırlıdır. Tipik bir sulu çöp öğütme aygıtı, yatay bir eksen çevresinde dönen silindirlerden oluşur. Çöpler silindirin içine girerken içeri su fışkırtılır ve saptırıcı kanatların, bıçakların ve dönüşün vurucu etkisiyle öğütülerek toz haline gelme olayı gerçekleşir. Bu aygıtlarda çoğunlukla, bir perdeyle ayrılan iç ve dış silindirler bulunur. Böylelikle merkezdeki silindirde ezilerek toz haline gelen çöpler, ayırıcı perdeden dış silindire geçer.

Çapı 2,5 m, boyu 9 m olan sulu bir çöp öğütme aygıtı, 8 saatlik bir işgünü içinde 70-80 ton çöpü öğüterek toz haline getirebilir. Dano Egsetor çöp öğütme aygıtı, dakikada, yaklaşık 12 devirlik hızla döner, dıştan çemberlenmiş bir dişliye bağlı 60 beygir gücünde bir motordan güç alır ve çelik saç levhayla kaplanmıştır. İçteki bölme, ızgara biçiminde yerleştirilmiş manganez çeliğinden çubuklardan oluşur; dıştaki bölme ise manganez çeliğinden levhalardan yapılmıştır. Çöpler, önce içteki silindire verilir. Orada, karton ve kağıtlar ıslatılarak yumuşatılır ve çelik ızgaradan geçebilecek ölçüde çözünene kadar altüst edilir. Artıkların tanelenmesi işlemi dış silindirde de sürer.

Kuru çöp öğütme aygıtlarında ise, çöpün hacmini azaltmak için tokmaklardan, parçalayıcılardan ve rotorlardan yararlanılır. Bu tür aygıtların bir modelinde, çöp yukardan girer, birbirine ters yönde dönen motorlarla aşağı çekilir ve öğütücünün dibinde dişlerle parçalanır. Bu aygıtların çoğu, tokmaklı öğütücü tipindedir. Bu tipler kapalı mahfazalar içinde bulunur; tokmaklar ya disklere tutturulmuştur ya da doğrudan doğruya rotor miline bağlıdır. Bunlarda parçalayıcı dişler ya da ızgaralar vardır. Gondard çöp öğütücüsünde, bunlara ek olarak, bir de ayırıcı düzenek bulunur. Bu düzenek, çöp yok etme birimlerinin bakımına ilişkin bazı sorunları ortadan kaldırır. Artıklar aygıta, rotorun ters yönü doğrultusunda verilir. Yukarı doğru yükselen tokmaklar, parçalanmayan maddeleri



Modern bir çöp yok etme sistemi. Çöp kamyonlarıyla toplanan artıklar kuyuda toplanır ve çöp yakma aygıtının içine bir kren yardımıyla taşınır. Sıcak yanma gazları, ayarlama kulesinde bulunan etkili bir su duşuyla soğutulur. Daha sonra elektrostatik çökelticiler, bacanın tütmesi sonucu ortaya çıkacak hava kirliliğini denetleyecek biçimde tozu ayırır. Soğuk havada bacadan çıkan beyaz duman, yoğuşmuş buhardır. Çöplerden artakalanlar (yanmayan bölümler) metalse, balya haline getirilir ya da artık olarak uzaklaştırılır.

hızla, dibi açılabilen bir kovaya savurur. Kuru çöp öğütme aygıtları, sulu modellerin yapamadığını yaparak, camı ince toz haline getirebilirler. Bu makinalardan bazıları dakikada 2 000 devir hızına erişip bir saatte 70 ton artığı toz haline getirebilir.

Yakma: Bir süre sonra bulunamayabilecek olan maddeleri yakmanın doğru olup olmadığı konusunda tartışmaların sürmesine karşın, çöp artıklarının hacmini azaltmada en etkili yol, yakarak kül haline getirmektir. Öte yandan, organik ve anorganik maddelerin yok edilmesinde kullanılan sistemlerin enerji tüketimi de ilgi konusudur. Bu yüzden harcamaların karşılanabilmesi için, çöplerin yakılarak kül haline getirilmesi sırasında üretilen enerjiden yararlanarak harcamaların karşılanması yönünde deneyler yapılmaktadır. A.B.D'nde Connecticut eyaletinde hazırlanan ve üç ayrı siteyi kapsayan bir tasarımda, enerjinin aktarımı konusunda bir tür süreklilik öngörülmüştür. Binalardan birinde bir çöp yakma aygıtı, ötekilerin her birinde de birer sıkıştırıcı ve sulu çöp öğütme-parçalama aygıtı bulunmaktadır. Her dairede lavaboların altına birer çöp öğütme aygıtı yerleştirilmiştir. Çöp yakma aygıtından elde edilen gücün, elektrik enerjisine dönüştürülebilmesi için deneyler yapılmaktadır. Bu enerjinin de, çöp öğütme makinasından çöp yakma aygıtına bağlanan vakum borusundaki emme gücünü sağlamada kullanılması söz konusudur.

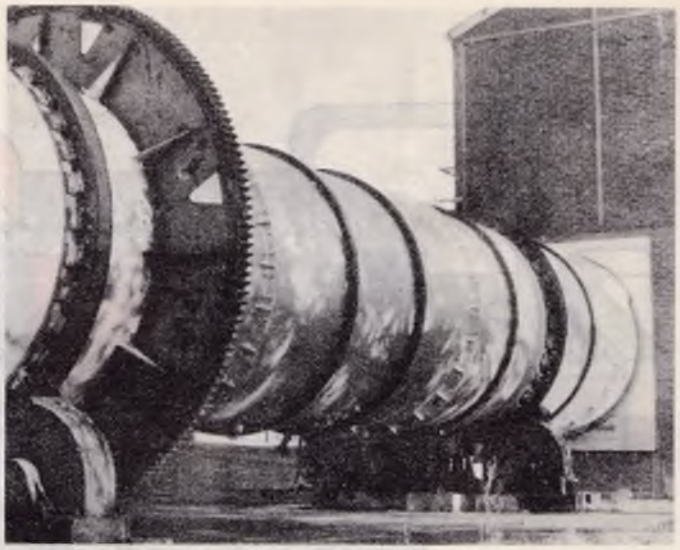
Çöplerin yakılarak kül haline getirilmesi üç aşamada gerçekleşir: Kurutma; yakma; yanmış artıkların değerlendirilmesi. Kurutma ısıl ışınım, taşınım, önceden ısıtılmış hava ve yanmış gazlarla olduğu kadar, yanmakta olan çöp artıkları ve yakıtlarda gerçekleşebilir. Çöplerin tepeden konduğu otomatik kalburlar, çoğunlukla eğimlidir. Bu nedenle, asıl yanma bölgesindeki sıcak gazlar, yeni malzemenin üstünden akar. Yanma, genellikle kolay yanan yakıtlarla yürütülür. Bu aşamada sıcaklığın 750°C'ın üstünde olması gerekir; ama 1 000°C'ı aşan sıcaklıklarda küller eriyebilir. Organik maddelere oranla daha yavaş ya-

nan maddelerin yanmasından bir cüruf oluşur. Bu nedenle, yanma aşamasına gelebilen maddelerde yanma olasılığı yüksektir. Sıradan durumlarda cürufun %0,3'den daha çok çürüyebilir madde içermemesi ve karbonun, çöplerin %5'inden çoğunu oluşturmaması beklenir.

Çöpleri yakarak kül haline getirme teknolojisinin geliştirilmesi, otomasyon, kalburun geliştirilmesi ve yakarak kül haline getirme hızının denetimi konularında yoğunlaşmıştır. Torrax sistemi, farklı bir süreçtir. Burada çöpler, tepesindeki delikten bir gazlaştırıcıya katılır ve dipteki yüksek sıcaklık bölgesine doğru bastırılır. Sıcak havalı bir ısıtıcıdan çıkan çok sıcak gazlar, çöp yığını boyunca yükselir ve bazı maddelerin dibe erişmeden yanmasına neden olur. Bu arada cam ya da metal gibi yanmayan maddeler erir ve su dolu bir hazneye doğru akar. Pirolizle (hava içermeyen bir ortamda ısı uygulanarak gerçekleştirilen bir gazlaştırma yöntemi), karbon monoksit, metan, hidrojen, kömür, sıvı yağlar, katran ve metaller gibi değerli yan ürünlerin yeniden kullanılacak duruma getirilmesi olanaklıdır. Artıklar bir hazneye doldurulur ve 600°C'tan az sıcaklıklarda ısıtılır. Bu yolla hacimde on kat küçülme sağlanır.

Çevre kirlenmesinin denetimi: Yaşamın daha yalın olduğu zamanlarda, çöpleri yakarak kül haline getirme işlemi, hem bireyler, hem de yerel yönetimler tarafından büyük rağbet görmekte, kurum ve toz gibi etkiler önemsenmemekteydi. Ancak, birçok zararlı ve oldukça tehlikeli kimyasal maddenin ortaya çıkması, çöpleri yakarak kül haline getiren aygıtların atmosfere yolladığı gaz ve dumanın içeriği konusunda oldukça titiz denetimler yapılması sonucunu doğurdu. Ocak bacalarından çıkan gazlardaki pislik ve kül miktarını belli bir düzeyde tutabilmek için, çeşitli gaz temizleyiciler kullanılmaktadır ve bu amaçla bazı çok ilginç aygıtlar geliştirilmiştir. Belki de en yalın yöntem, kesiti, bacadan daha büyük bir ocağın kullanılmasıdır. Gazların genleşmesi hızda bir azalmaya neden olacak, böylece, daha ağırca olan tanecikler bir su teknesine düşecektir. Eylemsizlik ilkesiyle çalışan başka bir ayıraç da, siklon'dur. Burada çöpleri yakarak kül haline getiren aygıttan çıkan pis gaz, silindir biçimli ocağa bir girdap oluşturacak biçimde, teğetsel olarak girer. Ortaya çıkan merkezkaç kuvvet, toz taneciklerinin ocak duvarına doğru itilmesini sağlar. Gaz akımı yukardan aşağı doğru yönlendirilmiştir. Böylece birikinti, sonunda toplanacağı ocak dibine doğru sarmal bir yol izleyerek iner. Merkezkaç kuvvetten pek fazla etkilenmeyen gaz ise, yönünü değiştirir ve tepeden boşalır.

Çöp yakma aygıtlarından çıkan artık gazların temizlenmesinde, gaz süzücüler de kullanılır. Burada pis gazlar toz taneciklerinin gazdan ayrıldığı bir su duşunun altından geçirilir. Daha etkin bir yöntem ise, kumaş süzgeçlerin kullanılmasıdır. Bu yöntemde pis gazlar, çeşitli türde kumaşlardan geçer. Ancak, kumaş süzgeçlerden oluşan sistemler, gözenekler kısa sürede tıkandığı ve süzgeçlerin sık sık değiştirilmesi gerektiği için, pahalıdır.



Evlerden çıkan çöp ve lağım pisliğinin çamuru, bu silindirde karıştırılır ve zararlı organizmaların giderilmesi için yüksek sıcaklık etkisinde bırakılır. Eleme ve yığma işlemlerinden sonra elde edilen ürün, bahçe gübresidir.

Belediye çöplerinin yakılması sürecinde üretilen gazların arındırılması için en çok kullanılan yöntem, elektriksel çökeltmedir. Toz taneciklerinin çökelmesi, bir elektrik alanındaki yüklü taneciklerin karşıt kutuplu elektrota doğru ilerlemesi ilkesine dayanır. Çökeltici almaşık, yüksek voltaj deşarj dizileri, iyonlaştırıcı teller ve topraklanmış «toplayıcı levhalardan» oluşur. Teller ile levhalar (artı kutuplar) arasına doğru akım uygulanır. Böylece eksi yüklü iyonlar, gazın içindeki toz tanecikleriyle çarpışır ve tanecikler eksi yüklü hale gelerek toplayıcı levhalara doğru çekilirler. Toz ve küller levhalara yapışıp kalırken, temiz gaz yoluna devam eder.

Gübre haline getirme: Artıkların kullanılabilir öğelerini toprağa geri verme görüşünden yola çıkan gübre haline getirme işlemi, en eski çöp yok etme yöntemidir. Romalılar, organik artıklarından bu yöntemden yararlanarak kurtuluyorlardı. Eski yöntemler, sistemli tabakalama ve biyolojik süreçlere yardımcı olma amacıyla, artıkların havalandırılmasını da içeriyordu.

Gübre haline getirme işleminin kimyası çok karmaşıktır ve bu alandaki mekanik yöntemler büyük gelişme göstermiştir. Gübre haline getirilmeye uygun olabilmesi için artıkların, yeterli düzeyde şeker, protein, yağ, yarı selüloz (50-150 şeker birimi içeren polisakaritler), selüloz (1 000 - 10 000 şeker birimi içeren polisakaritler) ve odun özü (sert hücre çeperi maddesi) içermesi gerekir. Belediye çöplerinin gübre haline getirilmesi işlemi Batı'da yaygın değildir; çünkü önemli miktarlarda metal ve başka öğeler içeren belediye çöplerinden, yararlı ürün elde edilememektedir.

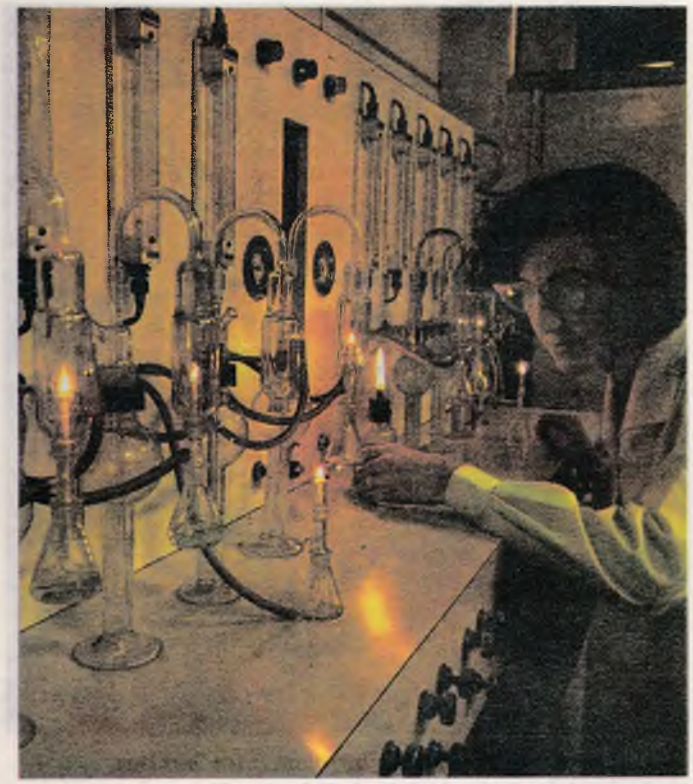
Gübre haline getirme işleminde öncelik, bozunma hızının artırılması için en uygun koşulları yapay yol-

dan yaratacak yöntemlere verilmektedir. Besin yığınları üstünde, mikroorganizmalar, tanecik hacmi, homojenlik, nem içeriği, sıcaklık, karıştırma ve havalandırmayla ilgili dikkatli denetim deneyleri yapılır. Yatay olarak dönen silindirler ve yeni gübre maddesinin değişik düzeylerde işlendiği çok katlı düzenekler denenmiştir. Ancak, en gelişmiş teknikler, çok katlı silo öğütücülerinde kullanılmaktadır. Bunlar, kapalı olduğu için, daha yüksek düzeyde denetim altında tutulmakta ve gelecekteki ticari gübre üretimi için en büyük umudu vermektedirler.

ÇÖZÜMLEME, KİMYASAL

Dünyadaki laboratuvarlarda her gün binlerce kimyasal çözümleme yapılmaktadır. Hemen her endüstri dalında, özellikle de KİMYA ENDÜSTRİSİ'nde, belirli standartlara uyması gereken ham ve işlenmiş maddelerin NİTELİK DENETİMİ'nde kimyasal çözümlemeye bağımlı olan öteki endüstriler petrol arıtımı, YİYECEKLERİN İŞLENMESİ, ilaç endüstrisi, KAĞIT ÜRETİMİ, ÇELİK ÜRETİMİ ve metal işlemedir. Bunlara ek olarak, tıp laboratuvarlarında yapılan deneyler, adli tıp, resmi araştırmalar (örneğin, besin maddelerinde ya da su kaynağında zararlı maddelerin bulunup bulunmadığını saptamak için yapılan çözümlemeler) ve endüstri kuruluşları ya da üniversitelerde yürütülen araştırma projeleri sayılabilir. Söz konusu deneyler, sözgelimi bir yerbilimcinin belirli bir metalce zengin olup olmadığını açıklığa kavuşturma amacıyla herhangi bir taş örneğini incelemesinden, insülin gibi bir hormonun bileşimini belirleme amacıyla ayırmaya kadar çeşitli işlemleri içerir.

Bazen, kimyasal çözümlemede, ortamda bulunan ELEMENT'leri tanımlamak *(nitel çözümleme* adı verilir) ve sonra bunların miktarlarını belirlemek *(ni-*



Kükürtün, dizel yakıtı gibi uçucu petrol ürünlerinde «lamba» yöntemiyle saptanması. Örnek yakılarak kükürt, kükürt dioksit olarak ölçülür. (üstte solda)

Otomatik hava örneği toplama aygıtı, çeşitli Avrupa kentlerinden duman örnekleri toplamada kullanılır. Havadaki kükürt dioksit miktarı, «nefelometre» kullanılarak kükürt miktarının ölçülmesiyle saptanır. Örneğin (burada baryum sülfat) içinden ışık geçirilir ve dağılımı standart çözeltilerinkiyle karşılaştırılır. (üstte sağda)

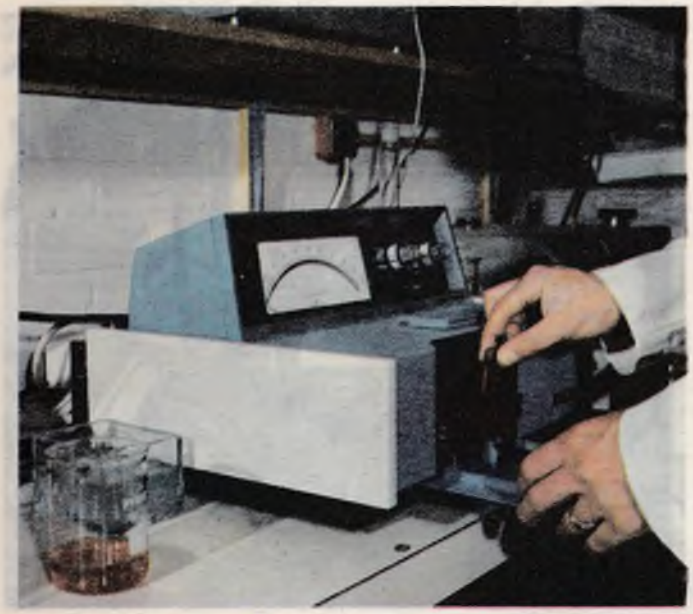
Deniz dizel motorlarının yağlanmasında kullanılan yağ örneğinin, bazlık derecesinin ölçümü için titre edilmesi. Gemilerde bu yağların çözümlenmesi büyük önem taşır. (sağda)

cel çözümleme denir) gerekir. Ancak, çözümlemelerin çoğu, miktar belirleme amacıyla yapılır. Sık sık yinelenen çözümlemelerde, genellikle yalnızca bir BİLEŞİK'in miktarını belirleyen yöntemler geliştirilir. Bunun için önce, örnekte bulunan ve söz konusu bileşiğin tanınmasını engelleyen öteki kimyasal bileşiklerden arındırılır. Gaz KROMATOGRAF'ı gibi bazı aygıtlar, örnekte bulunan birçok bileşik miktarının aynı anda belirlenmesini olanaklı kılar.

Kimyasal çözümleme için kullanılan yöntemler, genellikle, örneğin hacmine ya da miktarına bağlıdır. Daha büyük örnekler için başka maddelerle kimyasal tepkimelerin yer aldığı testler kullanılırken, çok küçük örnekler için gaz kromatografı gibi aygıtlardan yararlanılır.

Anorganik maddelerin çözümlenmesi: İncelenecek örnek, sözgelimi bir toprak parçasıysa, okul laboratuvarlarında kullanılan geleneksel ya da «ıslak» yöntemle çözümlenebilir. Söz konusu yöntem, standart ayıraçlar (hidroklorik asit, sülfürik asit, sodyum hidroksit, amonyum hidroksit), cam eşya, gaz ocağı ve etüv gibi oldukça yalın bir donatımla gerçekleştirilebilir. İlk işlem, örneğin suda çözülmesidir. Tümü ya da bir bölümü suda çözünebilir. Eğer bu, başarısızlıkla sonuçlanırsa, hem asit, hem de baz niteliğinde çeşitli ayıraçlar denenir. Bunlar da örneği çözemezlerse bir eritici kullanmak gerekir. Eritici, örnekle karıştırılıp bir krözede eritildiğinde tepkiyerek, çözünebilir ürünler veren bir katı ya da katı karışımıdır.

Tanımlanacak kimyasal elementler, artık çözeltide İYON'lar (elektrik yüklü atomlar ya da atom grupları) halinde bulunacaklarından, çözümleme için uygun duruma gelmişlerdir. İyonlaşmış haldeyken elementler, çeşitli kimyasal tepkimeler oluşturur ve bunlar eleme yöntemiyle tanımlanabilir.



Bir örnekte bulunan belli bir elementin miktarı, kolorimetri yöntemleriyle belirlenir. Element boya maddesiyle tepkidikten sonra elde edilen rengin yeğinliği, madde miktarını hesaplamak için ölçülür (üstte solda).

Araştırıcı kimyager, yeni boyaların yapısına ilişkin ayrıntılı bilgi elde etmek için elektron mikroskopu kullanılır. Bu aygıt, son derece büyütülmüş resimler verir. Cismi aydınlatmak için, elektron tabancasından çıkan elektron demeti kullanılır. Örnek, çok ince bir film halindedir. Görüntü, flüorışıl bir ekrandan alınır ve resmi çekilir. (üstte sağda)

Bir örnekteki belli bir elementin miktarını saptamada kullanılan eski yöntemlerden biri, gravimetri çözümlemesidir. Element, çözünmez bir bileşik hazırlanarak oyulup tartılır. (solda)

Metallerin sistemli olarak ayrılması: Bu tip çözümleme, genellikle okullarda, ileri sınıflardaki kimya derslerinde yürütülür. Sayılar yaklaşık 20'yi bulan *katyonlar*'ın (artı yüklü iyonlar) tümü ya da bir bölümü önce *çözünürlük* gruplarına bölündükten sonra, her grup içindeki katyonlar birbirinden ayrılabilir. Böylece çözünmez klorür oluşturan bütün metaller, hidroklorik asit eklenerek çökeltilip, çözünmez tuzlar olarak çözeltiden alınırlar. Çökelti (katı bölüm), süzülüp alınır ve birinci grubu oluşturur. Öteki gruplar, üstte (sıvı bölümde) kalır. Bunlara da başka ayıraçlar uygulanır ve işlem böylece sürüp gider.

En iyi bilinen ayırma yönteminde kullanılan ayıraçlar ve oluşturdukları çökeltiler şunlardır: Hidroklorik asit-klorürler;içinden hidrojen sülfür gazı geçirilmiş asitli çözelti-asitle çözünmez sülfürler; amonyak-hidroksitler; baz çözeltisinde amonyum sülfür-asitle çözünen sülfürler: amonyum karbonat-karbonatlar. Bunlardan sonra çözeltide kalan metaller, en son çözümleme grubunu oluştururlar.

Her çökelti yeniden çözülür ve grup içindeki metaller, ayıraçlarla ya da başka yöntemlerle birbirlerinden ayrılır. Sözgelimi, kalsiyum (Ca), stronsiyum (Sr) ve baryumun (Ba) çözünmez karbonatları asitte çözünebilir ve bu çözeltiye potasyum eklenirse, yalnızca baryum kromat çökerek kalsiyum ve stronsiyum tuzlarını çözeltide bırakır. Buna karşılık, bir metalin varlığı, ona özgü ve öteki metallerin varlığından etkilenmeyen bir tepkimeyle de saptanabilir.

Asit kökleri için testler: Anyonların (eksi yüklü iyonlar) sayısı katyonlarınkinden fazladır. Ancak, anyonların çoğu,çökelmeden başka tepkimeler de oluştururlar ve bunların birçoğu,belli anyonların varlığını saptamak için özgül deneyler olarak kullanılır. Örneğin, iyodür iyonu (I^-), potasyum nitritin etkisiyle, nişasta çözeltisi ile karıştırıldığında mavi bir renk veren iyot'a yükseltgenebilir. Ancak, bütün anyonların ayrımı için kullanılabilen yaygın bir yöntem yoktur.

Gravimetri saptamaları: Gravimetri yöntemlerinde, sonradan tartılan bir ürün oluşturmak için kimyasal tepkimeden yararlanılır. Nitel yapısı bilinen herhangi bir bileşeni ayırmak ve miktarını saptamak için, bir yol geliştirilebilir. Sözgelimi, baryum, çözünmez sülfat olarak tartılabilir. Baryum sülfat çökeltisinin bütün taneciklerinin, süzme işlemi sırasında süzgeçte kalacak kadar büyük olmasını sağlamak için, asit oranı düşük tutulur ve çökelti,daha büyük billurların oluşmasına yolaçma amacıyla bekletilir. Çökelti daha sonra süzülür, yıkanır (asit artıklarını ortamdan gidermek için), kurutulur, soğutulur ve tartılır.

Yeniden bir süre kurutulup soğutularak, ağırlıkta bir fark oluşturup oluşturmadığı denetlendikten sonra ağırlık, çökeltinin formül ağırlığına (molekül ya da bileşikte bulunan her atomun toplam ağırlığı) bölünür ve ilgili bileşenin (burada baryum) ağırlığıyla çarpılır.

Titre etmek: Bir maddenin miktarını saptamada kullanılan hızlı bir yöntem de, örneği içeren ve hacmi bilinen bir çözeltiyle tamamen tepkimeye giren bir ayıracın *standart çözelti*'sinin (belirli bir kimyasal maddenin bilinen bir miktarını içeren) hacmini belirlemektir. Titre etme adı verilen bu işlem, bir analitik yöntem olarak geniş kullanım alanı bulur. Miktarı belirlenecek maddeyi içeren çözelti, hassas bir hacme kadar (genellikle, bir litre) seyreltilir. Bundan 50 ml gibi, gene hacmi bilinen parçalar konik bir kaba alınır. Standart çözeltinin ölçülmüş miktarları kaptaki örnek çözeltisine, eşdeğerlik noktasına (bir bilinmeyen, bir de standart maddeden alınan eşit miktarların tepkidiği nokta) varılıncaya dek damlatılır ve

---

Tersinden bir elek işlevi görerek, küçük molekülleri tutup büyüklerin hızlı ilerlemesine izin veren karmaşık bir karbonhidratın, yani dekstran jelinin kullanıldığı jelle süzme. Burada bir kan proteini (antikor) öteki moleküllerden ayrılmakta ve kolonda boyalı bantlar halinde görülmektedir. Antikor, ilk önce geçer ve toplanarak, beden dokusunda çeşitli bakteri ve virüs enfeksiyonlarını saptamada kullanılır.(altta)

Nükleer magnetik rezonans, moleküller konusunda öteki yöntemlerden daha çok yapısal bilgi verir. Kuvvetli bir magnetik alana yerleştirilen organik moleküller, radyo frekanslarını soğururlar. Sinyallerin yeğinliği ve frekansı, moleküllerin yapısı konusunda ayrıntılı bilgi verir. Aygıta bağlanan modern bilgisayarların kullanıldığı yöntemler, çeşitliliği ve hassaslık derecesini artırır. Bunlar, tedavide kullanılan ilaçları ve parçalanma sonucu ortaya çıkan ürünleri çözümlemek için kullanılır. (üstte)

harcanan standart çözelti hacmi, büret üstündeki ölçekten okunur.

Yansızlaştırma tepkimesinin son noktası, renksizken baz varlığında pembeleşen fenolftalein gibi indikatörlerdeki renk değişimi gözlenerek saptanabilir. Çökelme ya da YÜKSELTGENME-İNDİRGENME gibi tepkimelerde, ayıraçtaki herhangi bir fazlalık saptanabilir. Böylece, *büret*'ten akıtılan standart iyot çözeltisi ile yükseltgenme sırasında, en ufak bir iyot fazlalığıyla mavi bir renk veren nişasta, belirteç olarak kullanılabilir.

Örnek parçasındaki madde miktarını hesaplamak için, standart çözeltinin normalitesi, kullanılan hacim miktarı ile çarpılır.

Gaz çözümlemesi: Bir gaz karışımının hacimsel çözümlemesini yapmak için gazı, bilinen bir sıcaklık ve basınçta ölçmek, karışımdaki gazlardan birinin uygun bir ayıraçta soğurulmasını sağlamak, geriye kalan hacmi ölçmek, bir sonraki gazın soğurulması sonucu kalan hacmi yeniden ölçmek ve sırasıyla her gaz için aynı işlemi yinelemek gerekir. Bu amaçla kullanılan bazı ayıraçlar ve soğurdukları gazlar şunlardır: Oksijen için pirogalol (trihidroksil benzen), karbon dioksit için potasyum hidroksit, karbon monoksit için bakır (I) tuzu ve etilen gibi doymamış HİDROKARBON'lar için bromür çözeltisi halinde brom.

Organik bileşiklerin arılık derecesini ölçen analitik kimyacı, optik olaylardan yararlanır. Burada atomik soğurma tayfsal ışıkölçeri görülmektedir. Örnek, bir alevde buharlaştırılır ve bu bileşiğe özgü tayf, anında kaydedilir.

Bir gazın miktarı, soğurucu bir maddenin ağırlığındaki artışı ölçmek, gazı ayıracın belli bir miktarı içinde emdirdikten sonra titre etme yöntemiyle ayıracın değişime uğramamış miktarını saptamak (bu, kükürt dioksit için kullanılır) ya da dolaylı olarak gazın kimyasal bir tepkimeyle başka bir madde oluşturmasını sağlamak gibi değişik yöntemlerle de belirlenebilir.

Elektriksel yöntemler: Klasik çözümlemelerin kullanım alanları ve doğruluk derecesi, elektriksel yöntemlerle artırılabilir. Metalin eylemsiz (örneğin, platin) elektrot üstüne toplandığı ELEKTROLİZ, gravimetri çözümlemesinin yöntemlerinden biridir. Çözeltinin nitelikleriyle titre etme eşdeğerlik noktası saptanabilir. Sözgelimi pH'ın (bir maddenin asit ya da baz niteliği) ayarlanmasıyla, yükseltgeme potansiyelinin (maddeleri yükseltgeme yetisi) ayarlanmasıyla ya da elektrik iletgenliğinin ayarlanmasıyla bu gerçekleştirilebilir.

Ancak, bazı elektriksel yöntemler klasik çözümlemelerden oldukça farklıdır. Bunlardan biri, temeli elektroliz üstüne kurulu polarografi'dir. İncelenecek maddenin çözeltisi içinden elektrik akımı geçirilir. Gerilim, *ayrışma potansiyeli*'ne (çözeltinin birdenbire çok daha iletken olduğu ve içinden geçen akımın arttığı nokta) varılıncaya kadar, değişmez hızda ağır ağır artırılır. Ancak bir süre sonra *polarlanma* ortaya çıkar: Çözeltiye akımı geçiren elektrotlar, elektroliz sırasında açığa çıkan ve iletken olmayan bir maddeyle kaplanır ve elektrik akımı azalır. Söz konusu değişikliklerin grafik üstüne işlenmesiyle birçok element belirlenebilir.

Organik çözümleme: Canlı maddelerde bulunan ve genellikle karmaşık karbon bileşikleri olan organik maddeleri çözümlemek için, organik çözümleme kullanılır. Arı elementlerin ortaya çıkarılmasında bu yöntemden pek yararlanılmaz.

Farklı organik bileşikler, genellikle, birbirlerinden ve anorganik bileşiklerden fiziksel yöntemlerle ayrılabilir. Kaynama noktaları farklı olan bileşiklerin ayrılmasında DAMITMA'dan yararlanılır. Bu işlem, bazen, kaynama noktasını düşürmek için alçak basınçta yürütülür. Temel yağların özütlenmesinde, buharlı damıtmadan yararlanılır. Örnek, suda kaynatılarak, bazı uçucu bileşiklerin buharla birlikte damıtılması sağlanır. Çözücüyle özütleme de bazen yararlı olur; çünkü, belli bir çözücüde bazı bileşikler çözünürken, ötekiler çözünmez. Bileşenlerin bir karışımdan seçilerek ayrılabildiği kromatografi de başka bir ayırma yöntemidir.

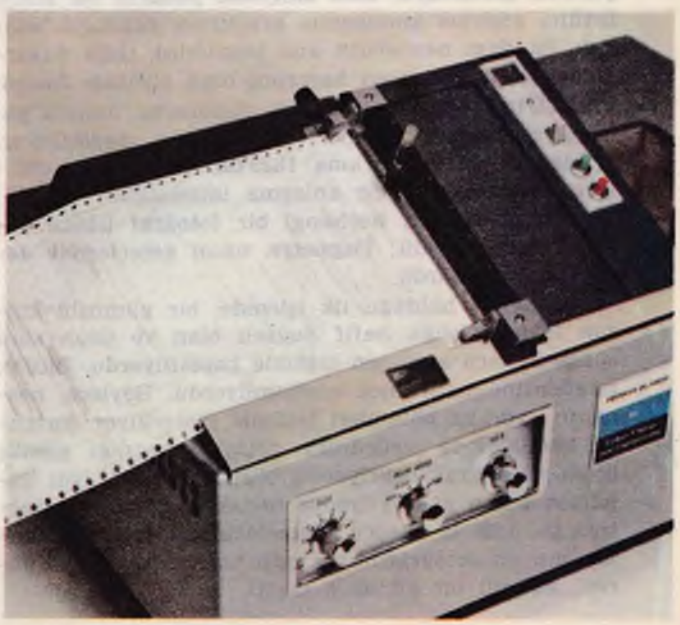
Organik bir madde ötekilerden ayrıldıktan ve söz konusu yöntemlerin herhangi biri ya da birkaçıyla arılaştırıldıktan sonra, hem nitel, hem de nicel olarak çözümlenebilir. Bu aşamaların her ikisi de, temelde, organik bileşiğin gaz akımında ısıtılmasından ya da bir ayıraçla anorganik maddelere parçalanmasından ve sonra anorganik ürünlerin çözümlenmesinden oluşur. Molekül formülünü, yani MOLEKÜL'deki her elementin atom sayısını hesaplamak için, molekül ağırlığı gereklidir. Bu, genellikle bileşiğin kafurla karıştırılıp, karışımın erime noktasının ölçülmesiyle hesaplanır. Bileşiğin yapısını, yani niteliğini ortaya çıkarmak için daha birçok deneme yapmak gerekir.

Daha yaygın olan organik maddelerin tanımı, genellikle çok daha yalın yollarla yapılır. Su, eter, asit ve bazlarda çözünüp çözünmemeleri, olasılıkları daraltır. Sınıf tepkimeleri adı verilen genel testler, atomlarda KARBOKSİL (—COOH), KETO (—CO) ya da birincil ALKOL (—CH_2OH) gibi işlevsel köklerin varlığını yansıtır. Bir bileşikteki işlevsel kökler bilindikten sonra, türevleri hazırlanıp erime (ya da kaynama) sıcaklıkları ölçülebilir. Bileşiğin iki farklı türevinin erime noktaları, bilinen bir bileşiğinkiyle uyuşursa, bu genellikle bilinen ve bilinmeyenin aynı madde olduğunu gösterir.

Fiziksel yöntemler: Bir maddenin tanımı, yoğunluk, erime noktası, kırılma indisi (Bk. OPTİK) ve billur yapısının belirlenmesinde yararlı olan X IŞINI kırınması gibi fiziksel özelliklerin ölçümüyle de gerçekleştirilebilir. Ayrıca, belirli kimyasal maddelerin tanımı ve miktar saptaması için, birçok fiziksel ölçüm kullanılır. KOLORİMETRE, belirli bir ayıraçla renk vererek tepkiyen bir maddenin miktarını saptamada kullanılan yararlı bir aygıttır. Bir dizi standarttan yararlanarak, renk yeğinliğinin belli bir maddenin bilinen miktarlarına uyduğu bir grafik çizilir. Bilinmeyen örneğin renk yeğinliği ölçülür ve grafikten miktarı yaklaşık olarak saptanır.

Öteki yöntemler arasında, çeşitli TAYFÖLÇÜMÜ teknikleri (yayım ve atomik soğurma), KÜTLE TAYFÖLÇÜMÜ ve polarlanma ölçümü sayılabilir.

Bu tayfsal ışıkölçer, bir madde tarafından soğurulan çeşitli dalgaboylarında kızılaltı ışığı ölçer. Hem cam, hem de kuvars kızılaltı ışığı soğurduğu için, optik eşya sodyum klorürden yapılmalıdır. Sodyum klorür pencereleri olan hücrelerde tutulan örnekleri çözmede, sıvı parafin kullanılır.



D

DAGUERRE, L.J.M. (1787-1851)

Uygulanabilir ilk fotoğraf banyosunun bulucusu olan Louis Jacques Mandé Daguerre, 18 Kasım 1787'de Cormeilles-en-Parisis'de doğdu. Erken yaşlarda resim yeteneği olduğunu gösterdi. 16 yaşında, Paris operasında bir çizimcinin yanında çalışmaya başladı. Üç yıl sonra, bir manzara ressamı olan Pierre Prevost'nun yardımcısı oldu. 1816'da bağımsız olarak çalışmaya başladı.

Çalışmalarını resim üstüne yoğunlaştırmaya yetecek kadar para biriktirince, o zamanlar başkentte çok moda olan «bağımsız» sergiler için manzara resimleri yapmaya başladı. Manzarayı bütün ayrıntılarıyla saptayabilmek için, bir KARANLIK ODA kullandı. Bu, bir ucunda manzara görüntüsünü kağıt üstüne düşürmeye yarayan bir mercek bulunan, ışık geçirmez bir kutuydu.

1822'de aynı yoldan *diorama*'yı geliştirdi. Bu araçta, bir sahneye yerleştirilmiş çok büyük, saydam ve ışık geçirmez renkli perdeler kullanılıyordu. Perdeler üstündeki ışıklandırmayı, bazen birini, bazen ötekini, bazen de ikisini birden aydınlatacak biçimde değiştirerek, bir görüntünün üstünde geceden gündüze geçiş yanılsamasını yaratıyordu.

Diorama'nın yarattığı gerçeklik duygusu, Parisli seyircileri büyüledi: Daguerre ün kazandı. 1823'te Londra'daki Regent's Park'ta ikinci bir Diorama açıldı.

1826'da Daguerre, karanlık odanın perdesine düşürülen görüntüyü, bazı kimyasal yollarla bir levha üstüne geçirme konusunda araştırma yapmaya başladı. Saydam nesnelerin ana çizgilerini, ışığa duyarlı levhalara geçirmeyi başarmış olan yurttaşı Joseph NİEPCE'in (1765-1833) adını duymuştu, onunla yazışmaya başladı. Niepce, yönteminin ayrıntılarını açıklamak istemedi; ama 1829'da, ortak araştırmalara girişmek için bir anlaşma imzaladılar.

Ancak Niepce, herhangi bir fotoğraf işlemi geliştirilemeden öldü; Daguerre, onun gereçleriyle deneylerini sürdürdü.

Niepce'in bulduğu ilk işlemde, bir gümüşlü kurşun levhası, ışığa hafif duyarlı olan ve uzun süre ışıkta kalınca sertleşen bitümle kaplanıyordu. Bitüm, terebentine batırılınca çözünmüyordu. Böylece, nesnenin aydınlık bölümleri bitümle gösteriliyor, karanlık bölümler de çözücünün ortaya çıkardığı gümüş boşluklar olarak beliriyordu. Niepce, levhayı iyot buharına tutup gümüş iyodür üreterek, gümüşü karartıyordu. 1826'da Niepce, penceresinden görülen manzaranın bir fotoğrafını çekmeyi başardı; ama poz süresi, güneşli bir günde 8 saatti.

1831'de Daguerre, gümüş iyodür tabakasının da ışığa duyarlı olduğunu buldu; ama hâlâ, karanlık odada kısa sayılabilecek bir sürede görüntü oluşturamıyordu. Çözüm, dört yıllık bir çalışmadan sonra bulundu. Başarısız bir deneme sonunda levhayı, daha sonra yeniden kaplamak için dolaba kaldıran Daguerre, birkaç gün sonra aynı levhayı eline alıp üstünde belirgin bir görüntü bulunca çok şaşırdı. Dolaptaki şişeleri tek tek gözden geçirerek, «banyo» maddesinin kırılmış bir termometreden gelen birkaç damla cıva olduğunu anladı. Cıva buharı, ışıktan etkilenen gümüş iyodürle birleşerek, çok güzel tonları olan bir resim ortaya çıkarıyordu.

Dagerreyotipi dünyanın her yanına hızla yayıldı. A.B.D'nde bile, aynı yılın eylül ayında ilk fotoğraf çekildi. Hükümetinin bu işlemi ücretsiz yaygınlaştırma kararına karşılık Daguerre, İngiltere'de patent almayı başarmıştı. Bu ülkede kazançlı ticaret olanakları çok fazlaydı. Ama, işlem İngiltere'de hiç bir zaman yaygınlaşmadı.

Modern ölçütlere göre dagerreyotipi çok yavaştı. Parlak güneş ışığı altındaki dış sahnelerin çekimi için, o zamanın mercekleriyle birkaç dakikalık pozlar gerekiyordu. Portrelerinin çekilmesini isteyenler de, başlarını özel çeneliklere yerleştirip beklemek zo-

En eski Daguerre baskısının bir kopyası. Bu natürmort, Louis Daguerre tarafından 1837'de çekilmiştir.

runda kalıyorlardı. O zamanlar, yeterli güçte yapay ışıklar yoktu, bu yüzden yalnızca güneşli günlerde kullanılabilen fotoğraf stüdyolarının, içeriyi çok sıcak ve rahatsız hale getiren büyük pencereleri ve cam tavanları vardı.

Daguerre yaşamının son yılını Bry-sur-Marne'da dinlenerek ve deneylerini başkalarının geliştirmesini izleyerek geçirdi. 1851'de öldü. Aynı yıl İngiliz heykeltraş Frederick Scott Archer (1813-1857), çok daha üstün bir yöntem olan kolodyumlu işlemi buldu.

DAKRON Bk. LİF, SENTETİK

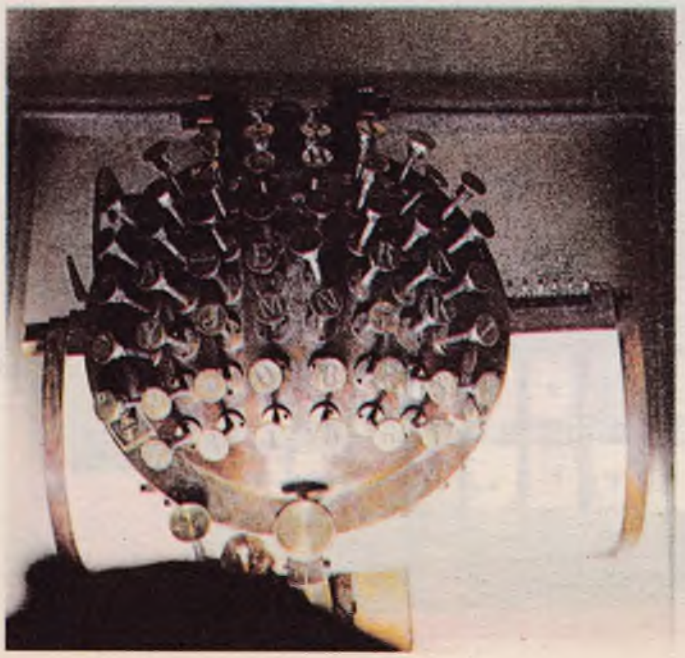
DAKTİLO (mekanik ve elektrikli)

Bilinen ilk daktilo patenti 1714 yılında İngiltere'de Kraliçe Anne tarafından Henry Mill'e verilmiştir. Ancak bu makinanın nasıl çalıştığı, hattâ gerçekten yapılıp yapılmamış olduğu bilinmemektedir. XIX. yüzyılın ilk yarısında birçok daktilo modeli geliştirildi, ama kullanılabilir türde ilk daktilo 1867 yılında A.B.D'nde Christopher Sholes ve Carlos Glidden tarafından yapılmıştır.

Sholes ve Glidden makinalarını, bir silah firması olan Remington geliştirdi. Bu firma tarafından üretilen ilk daktilo makinaları, 1874 yılının ilk aylarında piyasaya sürüldü. XIX. yüzyılın sonuna doğru birçok şirket, daktilo makinalarının geliştirilmesi ve üretimi işine girmişti ve elektrikli makinaların ortaya çıkmasından sonra (bu da çeşitli donatımın geliştirilmesine yolaçmıştır), daktilo makinası yapımı büyük bir endüstri haline geldi.

Önündeki tablalarda yüzlerce harf bulunan, japon diline özgü bir daktilo makinası. Bir karakterin basılabilmesi için şaryo, istenen harfin üstüne getirilir, daha sonra harf tabladan alınıp, kağıda doğru hareket ettirilir. (üstte)

1872 yılında Danimarka'da Hans Hansen tarafından yapılan bu daktilo makinasında, tuş ve harf çubukları, kağıdın üstünde yarımküre biçiminde bir çerçeveye monte edilmiştir. (altta)



Baskı niteliği: Basılan harflerin net ve okunaklı olmasını sağlayan etmenler arasında en önemlileri, baskı yüzeyini kaplayan mürekkebin ince ve düzgün olması, baskı yüzeyinin kağıt üstünde düzgün ve sabit bir baskı vermesi ve kağıdın altında esnek bir tabanın bulunmasıdır.

Baskı yüzeyinin mürekkeplenmesi, hem daha iyi mürekkeplerin, hem de mürekkebi tutan şeridin yapıldığı gerecin geliştirilmesiyle, daha nitelikli hale getirildi. Sözgelimi, bu amaçla kulanılan ipek ya da naylon, ne kadar ince örgülü olursa, baskı yüzeyinin mürekkeplenmesi de o ölçüde düzgün olmaktadır. Bu alanda en önemli gelişmelerden biri, tıpkı kopya kağıdı gibi tek yanı mürekkep kaplı polietilen şeritlerin ortaya çıkmasıdır. Burada kullanılan mürekkep, herhangi bir dokumadan yapılan şeritte kulanılabi-

lecek mürekkepten çok daha yüksek yoğunlukta karbon içerir.

Kağıt altında bir taban oluşturan silindirin, çok küçük bir alt basınç uygulayacak ölçüde esneme özelliği vardır. Böylece, mürekkebin şeritten kağıda tam olarak geçmesine yardım eder. Silindir ve onu taşıyan hareketli *şaryo*, hem yatay, hem dikey harekette, kağıdı istenilen yerde düzgün bir durumda tutacak biçimde olmalıdır.

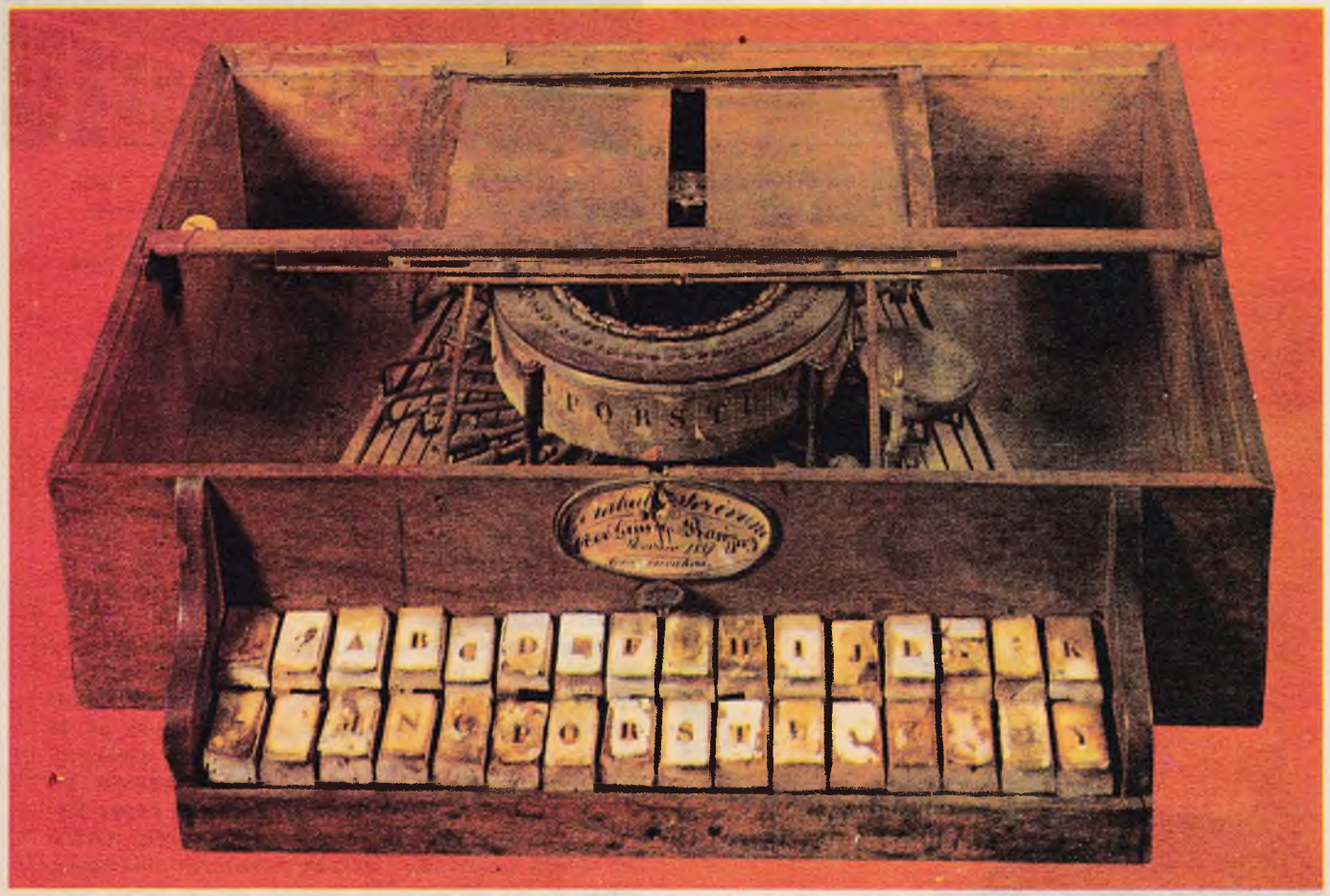
Harf çubuğunun çalışması: Daktiloda harfler, *harf çubukları*nın ucuna tutturulmuş küçük metal parçalara dökülür. Harf çubukları *segman* adı verilen, uzun ve dar yivli, yarım daire biçiminde bir parçaya sokulmuştur.

Ana ilke, klavye üstündeki tuş kolunun aşağı doğru olan hareketinin, bir dizi bağlantıyla, harf çubuğunun alt ucunun aşağı ve ileri doğru hareketi haline dönüştürülmesidir. Harf çubuğu, alt ucunun biraz üstünden yataklanmıştır. Böylece bu hareket, harf çubuğunun harfin bulunduğu ucunun,hem şeridi kağıda doğru itecek, hem de harfi basacak biçimde yukarı ve arkaya doğru oynamasına neden olur.

Harf çubuklarının ucunda, çoğunlukla biri ötekinin biraz yukarısına dökülmüş iki karakter bulunur. Alfabedeki harflerin söz konusu olduğu durumlarda, üstteki karakter büyük harf (üst pozisyon), alttaki karakter ise küçük harftir (alt pozisyon). Bu döküme verilen biçim ve silindir kıvrımı bir vuruşta bu karakterlerden yalnızca birinin basılmasını sağlar. Harf çubuklarının tümü düşey kızaklar üstüne yataklanmıştır. Çubukların altındaki taşıyıcı parça, kızağın üst tarafında bulunduğu zaman, alt pozisyon karakterleri basılır. Kaldırma tuşunun bu parçayı kızakların alt ucuna doğru hareket ettirdiği durumlardaysa, üst pozisyon karakterleri basılır. Kaldırma tuşunu kilitleyen bir *sürgü*, daktilo yazan kişinin makinasını, isteyince üst pozisyon karakterlerini basacak durumda tutmasını sağlar.

Harf çubuğu, tuş kolunun etkisiyle yukarı doğru hareket ettiğinde öteki bağlantılar kaydırma ve şerit sarma düzeneklerini harekete geçirir. *Şerit makarası*, şeridi, yeni bir bölümünü kulanıma sokacak biçimde bir parça ileriye doğru iter; aynı anda bir başka mekanizma da, şeridi kağıdın önündeki yerine doğru kaldırır. Makina, mumlu kağıtların daktilo edilmesinde kulanılacağı zaman, şerit kolu «şeritsiz yazma» konumuna getirilir. Böylece, şerit kaldırıcı

1857 yılında üretilen İtalyan daktilo makinası Cembalo Scrivano. Bu makina büyük harfleri ve birkaç noktalama işaretini basabilmektedir ve klavyesi alfabetik sıraya göre düzenlenmiştir.



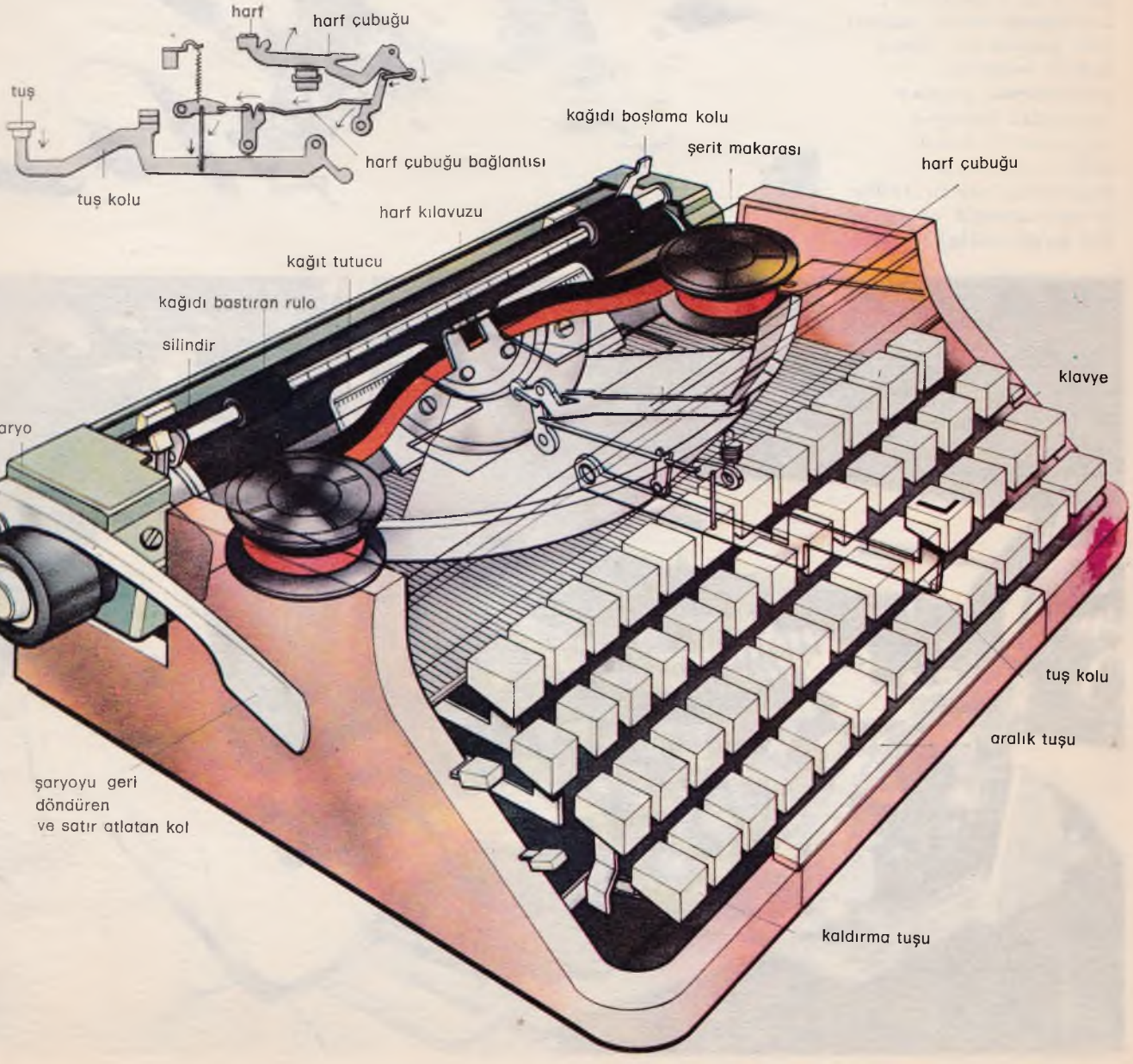
mekanizma çalışmayacağından, kabartma harfler doğrudan mumlu kağıt üstüne vurur.

Kaydırma mekanizması, şaryonun yatay hareketini denetler. Bu mekanizma, yeni bir satıra geçmek için her sağa çekilişte, yeniden sarılan sarmal bir yayla sola doğru çekilir. Kaydırma mekanizması bir mandallı çarka benzer. Her karakterden (ya da sözcükler arasına aralıkların konulabilmesini sağlayan *aralık tuşunun* her hareketinden) sonra, şaryonun sola doğru bir harflik bir uzaklık ölçüsünde hareket etmesini sağlar. *Geri alma* mekanizması, sözgelimi bir düzeltme yapma gereğiyle geri alma tuşuna basıldığında, şaryoyu bir ölçü sağa çeker.

Sağ ve sol sayfa sınırları, şaryonun üstünde bulunan dişli çubuklara monte edilmiş, yerleri değiştirilebilir durdurma düzenekleriyle denetlenir. Şaryonun sağ sınıra ulaşmasına birkaç aralık kala, uyarıcı bir zil çalar ve birçok makinada, sınıra ulaşıldığında harf tuşları ile aralık tuşunu kilitleyen bir kilitleme aygıtı bulunur.

Şaryonun geri dönüşü: Şaryonun geri dönüşü, gene şaryonun sol tarafından öne doğru uzanan bir kol yardımıyla sağlanır. Bu kolun birinci hareketi, silindirin sol tarafından bir dişliyi çalıştıran ve diş

Daktilo makinasının mekanizması, tuş üstündeki basıncı, harf çubuğunu öne doğru sıçratan şiddetli bir itici güç haline dönüştürür. Tuş kolu da, ayrıca şaryoyu bir aralık hareket ettiren ve şeridi bir makaradan ötekine sarılacak biçimde döndüren bağlantılara bağlanmıştır.

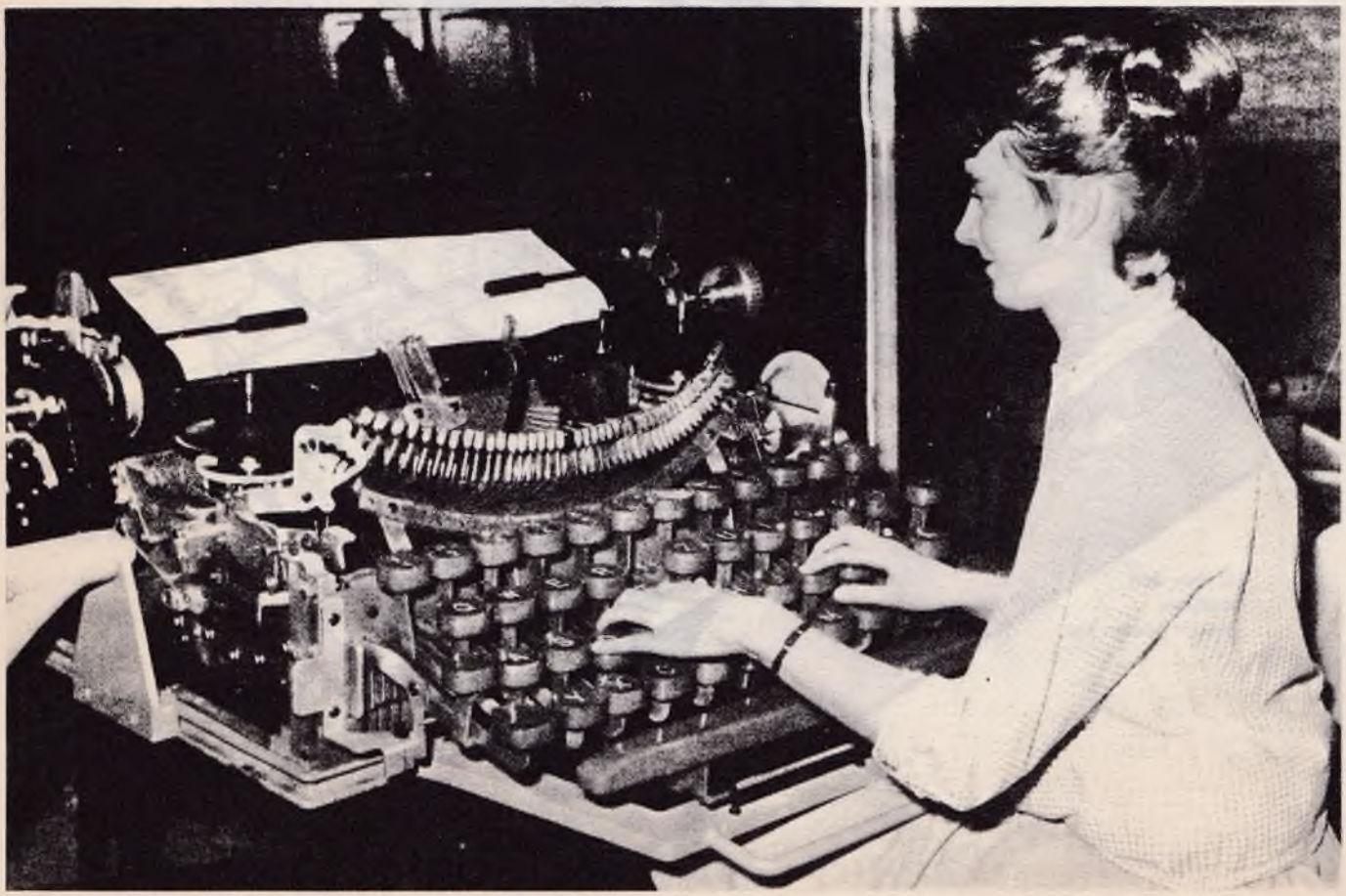


biçiminde bir ucu bulunan bir bağlantıyı harekete geçirir. Bu da silindiri döndürerek, satırların birbirinden istenen aralıkta ayrı olmasını sağlar. Silindir bu dönüşü tamamladığında, hareketli bağlantı, bir durdurucuya takılır ve şaryo, kolun çekilmesiyle sağa doğru hareket eder. Şaryo sol sınırdayken kolun çekilmesi, silindirin şaryoda bir hareket olmaksızın dönmesini sağlar (buna satır aralığı da denir).

Tabülatör: Tabülatör şaryonun, önceden ayarlanmış noktalarda durmasını sağlar. Şaryonun üstünde, her biri, satırdaki bir harf konumuna uyan bir dizi değişken durak noktası bulunan bir dişli çubuk yeralır. Bir tabülasyon noktasının oluşturulabilmesi için şaryo, istenen konuma getirilir ve tabülatör tuşuna basılır.

Tabülatör tuşuna basıldığında kaydırma kastanyolası serbest kalır ve şaryo, kastanyola yayının etkisiyle sola doğru hareket eder. İstenen konuma ulaştığında, durdurma düzeneği, makinanın gövdesine tutturulmuş tabülasyon mekanizmasıyla temasa ge-

Günümüze kadar yapılmış daktilo makinalarının en küçüklerinden biri. 1959 yılında Brüksel fuarında sergilenmiştir. Yüzeyi yalnızca 16,5 cm², yüksekliği 5 cm'dir ve 1 kilo ağırlığındadır. (sağda) 1950 yılında bir Alman daktilo makinası fabrikasında, çıraklar tarafından yapılmış dünyanın en büyük daktilo makinası. Makinanın yapımı 10 000 iş saati almıştır ve ağırlığı 204 kg'dır. (altta)



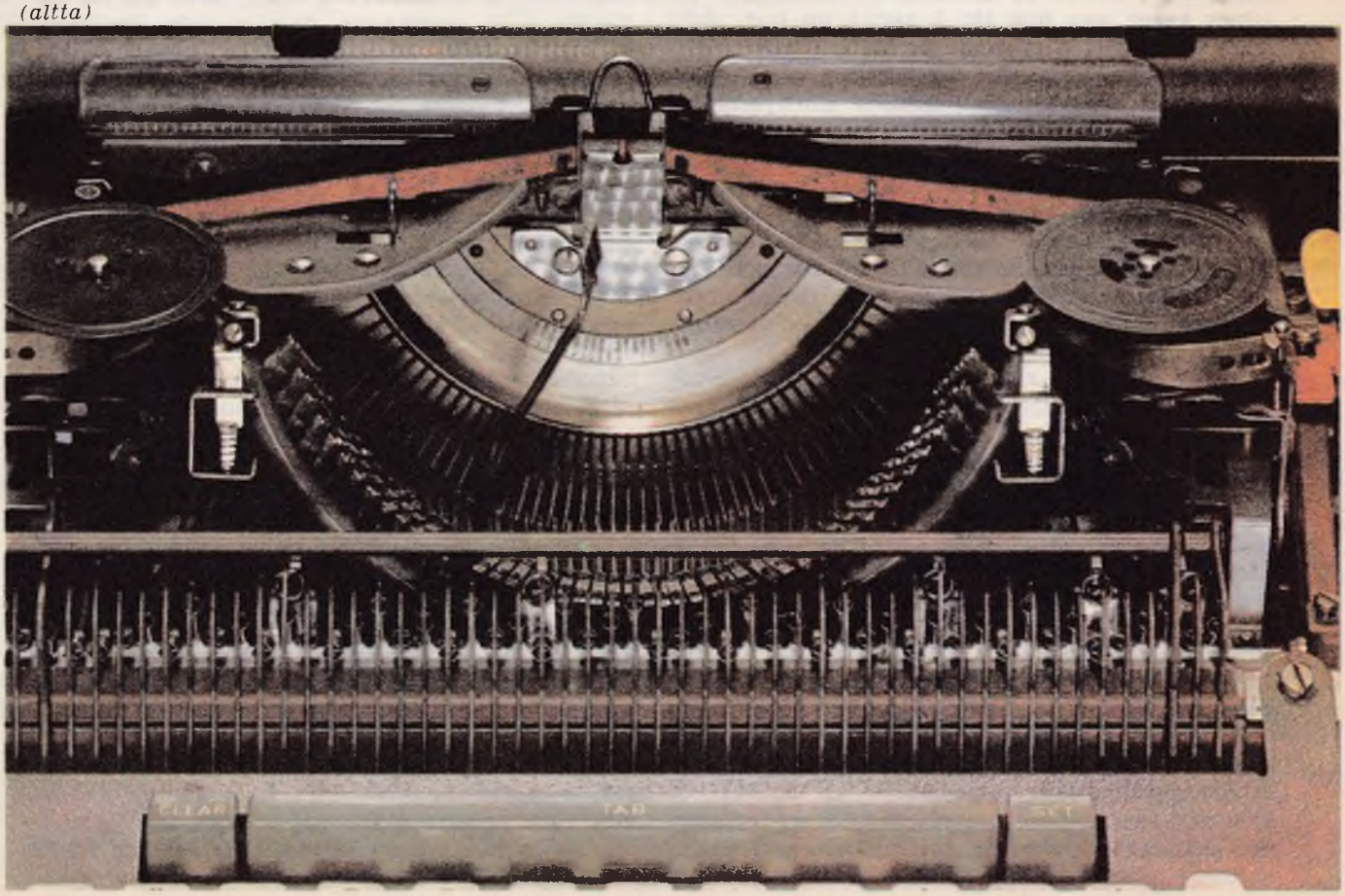
çer. Bu, şaryoyu durdurup, kaydırma kastanyolasını harekete geçirir.

Elektrikli daktilo makinaları: Ticari yönden başarılı ilk elektrikli daktilo, 1935 yılında International Business Machines (İBM) şirketi tarafından geliştirildi. Ancak, elektrikli makinaların mekanik makinalardan üstün hale gelebilmesi için, aradan yılların geçmesi ve birçok teknolojik gelişmenin gerçekleşmesi gerekti. Öteki daktilo üreticilerinin çoğu, 1950'lerden önce elektrikli daktilo üretimine geçmedi.

Elektrikli daktilo makinaları, son otuz yılda köklü değişimlere uğradı. İlk makinalarda, harf çubuğunun hareketi, bir elektrik motorundan sağlanan güçle gerçekleştiriliyordu. Ancak bu hareket, tam denetim altında tutulamıyor ve harf çubuğu, harf basılırken sallanıp net bir baskı vermiyordu. İlk çalışmaların çoğu, bağlantıların sayısını azaltarak ve bağlantıları daha sağlam ve daha iyi denetlenebilir bir hale getirerek, bu sallanmanın giderilmesi amacına yönelikti. Underwood tarafından geliştirilen bir modelde bağlantı, her biri bağımsız olarak çalışan iki parçaya ayrıldı. Bu parçalardan biri, harf çubu-

Modern bir taşınabilir mekanik daktilo. Gerçekten başarılı ilk taşınabilir daktilo makinaları 1909 yılında Frank S. Rose tarafından üretilmiştir. Taşınabilir ilk elektrikli makinalar ise, 1950'lerde ortaya çıkmıştır (sağda)

Harf çubuğu silindire yaklaşırken şerit kaldırıcı düzenek, şeridi harfin karşısına getirir. Karakter basıldıktan sonra şerit yeniden alçalır. Böylece, basılan harfler görülebilir. (altta)



ğunun yukarı doğru hareketini, öteki de dönüşünü denetliyordu.

Tahrik sistemleri: Elektrik motorlarının harf çubuklarını hareket ettirmede ve elektrikli daktilo makinalarının işlevsel denetiminde kullanımı için, birçok değişik düzenleme vardır. Bununla birlikte bu tür aygıtların çoğunda, makinanın arasına monte edilmiş, alternatif akımla çalışan bir elektrik motoru kullanılır ve hareket, harf çubuklarını taşıyan parçanın altında uzanan bir ana güç miline ya da merdanesine bir tahrik kayışıyla iletilir.

Bazı modellerde ana mil, uzatılmış bir dişli gibi yivlidir. Bir tuşa vurulduğunda, harf çubuğu bağlantısına tutturulmuş metal bir diş, dönen mille temas eder. Mil, dişi öne çeker ve bu hareket harf çubuğunu harekete geçirir.

İBM'in harf çubuklu makinalarında yivli mil yerine kauçuk bir merdane kullanılır. Bir harf tuşuna basıldığında, naylon bir kam pabucu, merdaneyle temas eder ve yukarı doğru hareket eder. Pabucu taşıyan harf kamının yukarıya doğru, harf çubuğunun alt ucuyla bağlantılı olan bir uzantısı vardır. Böylece, pabuç yukarı doğru hareket ettirildiğinde, kamın üst ucu, harf çubuğunu hareket ettirecek biçimde öne doğru itilmiş olur.

Olivetti tarafından 1965 yılında, *Tekne* ve *Editör* adlı makinalarda kullanılan sistemde, harf çubuğu bağlantısı yalnızca üç elemana indirgenmiştir. Bir tahrik kayışı, ana mili 280 d/dak'lık bir hızla döndürür ve bu mil, dört kamın ve bir kam kavramasının ortasından geçer. Bir tuş harekete geçirildiğinde kavrama, dört kamı mil üstünde kilitleyecek biçimde serbest kalır. Böylece kamlar, mille birlikte dönerler. Kamlar, farklı mekanik eylemleri oluşturan kam izleyicilerini hareket ettirir.

Birinci kamın üç profili vardır. Biri kuvveti, aygıt boyunca uzanan ve harf çubuğu bağlantısını basılmış olan tuşa göre hareket ettiren baskı tablasına iletir; ikincisi şerit kaldırma mekanizmasını harekete geçirir; üçüncüsü de şaryonun kaydırma ve makinanın şerit sarma sistemini çalıştırır.

Öteki üç kam, daktilonun denetim işlevlerinin harekete geçirilmesinde kullanılır. İkinci kam, aralık tuşunun kumandası altında şaryoyu hareket ettirir. Üçüncü kam, yer değiştirme mekanizmasını denetler. Dördüncü kamın, biri geri alma hareketini, öteki şaryonun geri döndürülmesini, tabülasyonu ve sayfa sınırlarının saptanmasını denetleyen iki profili vardır. Herhangi bir tuşa basıldığında, dört kamın dördü de mile kilitlenmekle birlikte, yalnızca o tuşa bağlı işlevler, her biri kendisiyle ilgili olan kamla harekete geçecek biçimde eyleme sokulur.

Orantılı aralık verme: Sıradan bir daktiloyla yazılan bir metinle, baskıdan çıkan metin arasında gözle görülür en önemli fark, daktilo metninde her karakterin (geniş ya da dar) ötekilerle aynı miktarda yer kaplamasıdır. Sözgelimi, bir «i» bir «M» ile aynı yeri kaplar. Oysa baskıda, bir harfin kapladığı yer, genişliğiyle orantılıdır. İki standart harf aralığı vardır: 2,5 cm'de 10 harf bulunan «Pica» ve 2,5 cm'de 12 harf bulunan «Elite».

Her karakterin genişliğine uygun bir yer kaplamasını sağlayan *orantılı aralık verme*, İBM'in «*Executive*» modelleri gibi pahalı elektrikli daktilo makinalarında kullanılmıştır. Tipik bir orantılı aralık verme sistemi, birim ilkesiyle çalışır. Harflerin karakterlerine uygun olarak 2,5 cm başına sözgelimi 32 ya da 36 birim düşünülür. Her harfe belli sayıda birim verilir. Birimler, şaryonun, o karakter basıldığı zaman, genişliğine uygun olarak aldığı uzaklığı belirler. Sözgelimi, bir «M» 5 birim, bir «i» ya da virgül 2 birim ve bir sayı 3 birim yer kaplar.

Bir harf tuşuna vurulduğunda, şaryonun o karekterin basımı için ilerleyeceği birim sayısını denetleyen bir seçici mekanizma harekete geçer. Orantılı aralık veren makinaların çoğunda, ince plastik karbon şeritler kullanılır; böylece şeridin makinaya orantılı bir biçimde verilmesi sağlanır.

DAKTİLO (tek elemanlı)

Tek elemanlı daktilo kavramı, XVIII. yüzyılın sonlarında ortaya atıldı. Ancak ilk başarılı tek elemanlı makina, yani İBM'in «*Selectric*» adlı makinası, 1960'ların başlarında piyasaya çıkarılabildi.

Tek elemanlı daktilo makinalarının geleneksel harf çubuklu makinalardan temel farkı, her tuş vuruşuyla baskı elemanının satır boyunca ilerlemesine karşılık, şaryonun hareketsiz kalmasıdır.

Kabartma harfler, bir dizi harf çubuğunun ucuna takılmak yerine, tek bir baskı elemanı üstüne yerleştirilmiştir. İBM marka makinaların söz konusu olduğu durumlarda, bu baskı elemanına yuvarlak biçiminden ötürü «*top*» adı verilir. Adler marka makinalarda kullanılan, silindir biçimine daha yakın elemanlar ise '*kovan*' diye adlandırılır. Tek elemanlı makinanın bir başka üstünlüğü de, istendiğinde harf karakterinin kolayca ve kısa sürede değiştirilebilmesidir. Bu işlem, başka bir topun takılmasıyla birkaç saniye içinde gerçekleştirilir.

Tek elemanlı makinalarda ayrıca, geleneksel makinalarda görülen ve harf çubuklarının birbirine takılması sonucu ortaya çıkan, bozuk yazılara da raslanmaz. Bütün karakterler tek bir kafa üstüne yerleştirildiğinden, bir vuruşta yalnızca bir karakter basılabilir.

Karakter seçimi: Baskı elemanı (top) bir yarısında 44 küçük karakter, öteki yarısında da 44 büyük karakter taşır. Küçük karakterden büyüğe geçiş, topun 180° döndürülmesiyle gerçekleşir. Nikel kaplı plastik top üstündeki karakterler, her birinde toplam dört karakter bulunan, 22 dikey sütun oluşturacak biçimde, dört yatay satır üstüne dizilmiştir.

Bir karakter basılacağı zaman, top döndürülerek, o karakterin *çevrel konumuna* getirilir ve uygun eğim açısıyla şeride doğru bastırılır.

Topun ya da baskı kafasının bir yanında büyük karakterler, öteki yanında küçük karakterler oldu-

ğundan, toplam 11 dönüm konumu söz konusudur. Dönme hareketi, seçme mekanizmasından baskı kafasına ince bir çelik bantla iletilir. Eğim hareketi de ya bir bant (İBM'de) ya da makina boyunca rulo ile aynı hizada uzanan bir şaft (Adler'de) yardımıyla iletilir. Kafa bir kez istenilen konuma geldiğinde, *kilitlenir*. Böylece, yazı yazılırken karakterlerin aynı hizada olması sağlanır.

Seçme mekanizması, bir kam takımı yardımıyla hareket ettirilir. Kafaya iletilen hareket de, manivelalar ve mandallardan oluşan bir düzenekle denetlenir. Bir tuşa basıldığında bu, manivela ya da mandalların o karakterin basılabilmesi için gerekli miktarda dönme ve eğilme hareketi yapabilmesini düzenleyecek bir mekanizmayı harekete geçirir.

Baskı çevrimi: Baskı kafası satır boyunca, silindirin önünde bir mil (*baskı şaftı*) boyunca hareket eden *taşıyıcı* takımıyla taşınır. Bu şaftın üstünde, uzunluğu boyunca açılmış bir yiv vardır ve taşıyıcının içindeki bir yuvadan geçer. Yuvanın üstüne monte edilmiş bir kam takımı ve şaftın üstündeki yive uyan (böylece, bir baskı işlemi sırasında şaft dönerken, yuvanın ve kamlarının da dönmesini sağlar) metal bir pim vardır.

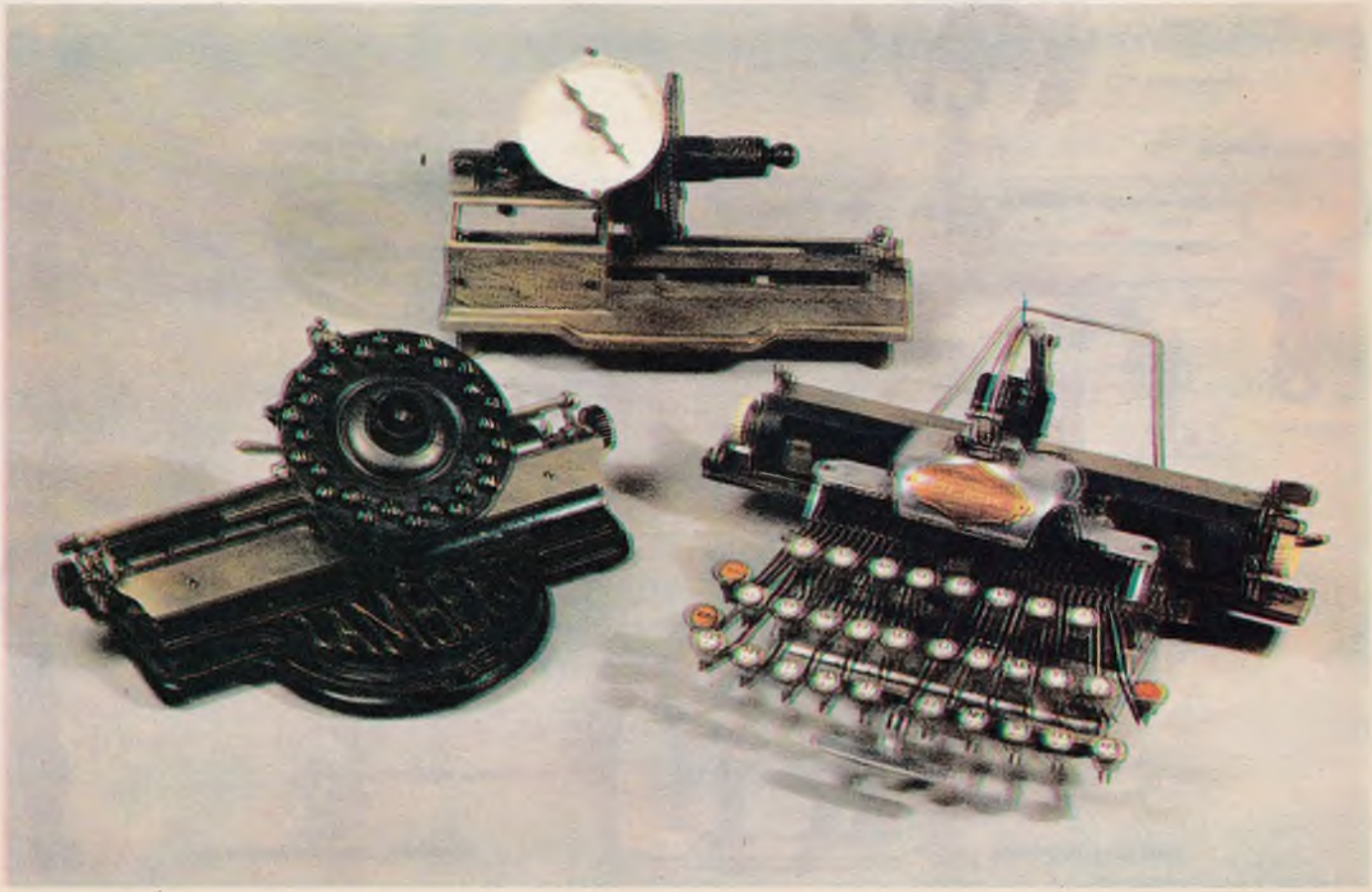
Kaydırma ve sarma düzenekleriyle birlikte şerit, taşıyıcının üstüne monte edilmiştir ve baskı kafasıyla birlikte hareket edebilir.

Yuvanın üstündeki kamlar, baskı kafasının ruloya doğru yönelmesini ve karakteri basmasını gerçekleştiren hareketi, kafayı seçilmiş konumunda tutan kilitlerin çalışmasını, şerit kaydırma ve besleme düzeneğinin harekete geçmesini sağlar. Baskı şaftı motor tarafından, bir kavrama yoluyla tahrik edilir. Kavrama, bir tuşa basıldığında harekete geçer ve her baskı işlemi için bir devir yapar.

Yerine gelme: Karakter basıldıktan sonra, taşıyıcı bir sonraki baskı konumuna hareket eder. Bu hareket, taşıyıcı yeni bir satıra geçmek için sola getirildiğinde yeniden sarılan bir yaydan güç alır. Bu tür makinaların çoğunda yay, taşıyıcıya tutturulmuş naylon bir şerit üstüne sarılan bir tamburu döndürür. Taşıyıcının yaptığı hareketin miktarı, tamburun altında makina boyunca uzanan dişli bir çubuğun dişlerine uyan bir mandalla denetlenir. Başka makinalarda şaryonun satır boyunca hareketi için bir yayla döndürülen *kılavuz vida* kullanılır. Bu durumda, bir karakter basılırken, kılavuz vidanın döndüğü miktar, taşıyıcının ne kadar ilerleyeceğini belirler.

Uygulamalar: Bir büro daktilosu olarak kullanı-

XIX. yüzyılın son yarısında tek elemanlı daktilo üretebilmek için Lambert, Columbia ve Blick tarafından gerçekleştirilmiş üç girişim. Sağ tarafta bulunan Blick, klavyesi ve silindir biçimli baskı kafasıyla gerçek bir tek elemanlı daktilodur.



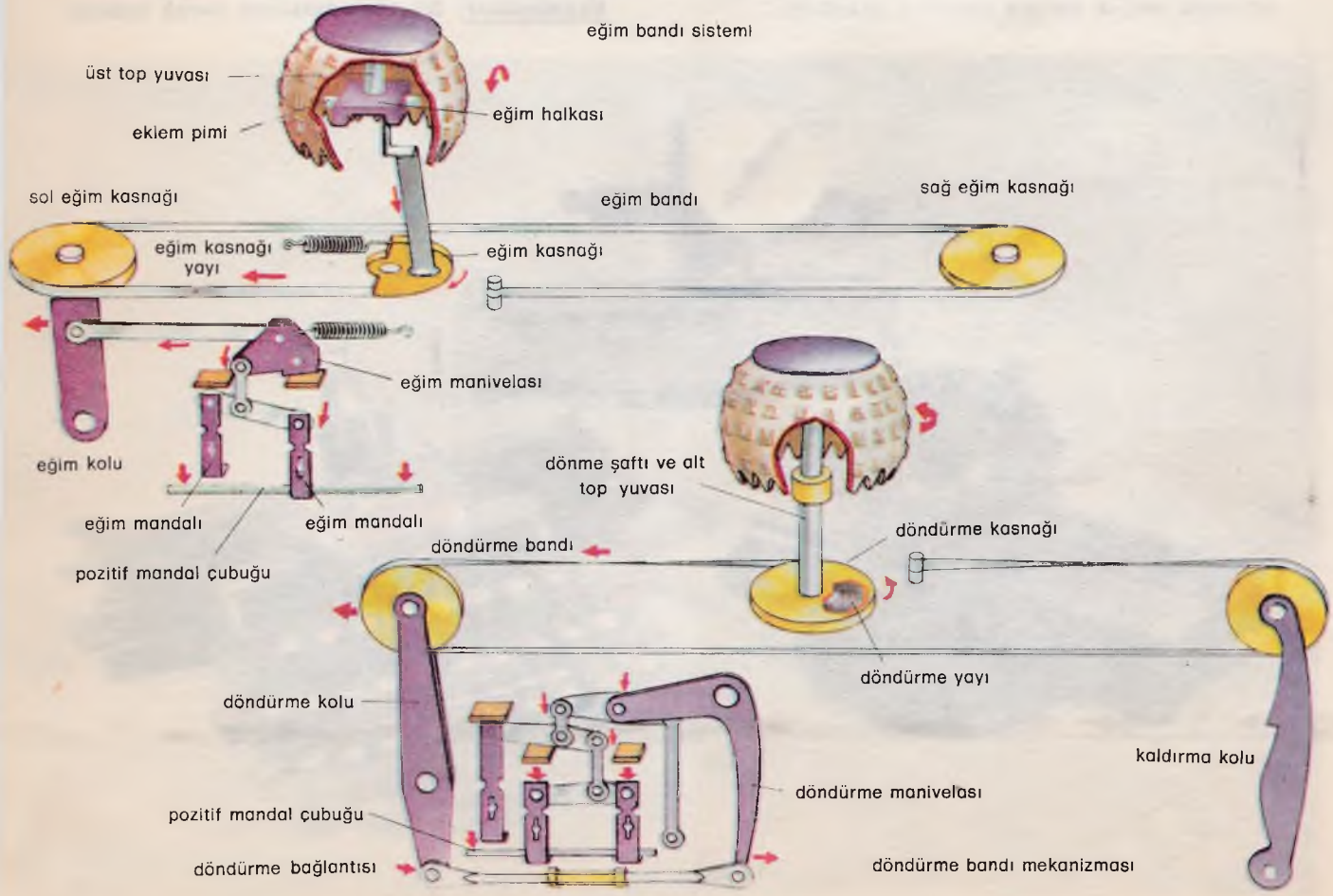
mının dışında tek elemanlı makina, günümüzde başka donanımlar için de bir temel oluşturmaktadır. Hareket etmeyen bir şaryosu bulunması ve harf çubuklu makinadan daha yüksek bir hızla çalışması, bu makinayı bilgi işleyen terminaller için uygun bir hale getirmiş ve birçok mini bilgisayarın giriş-çıkış aygıtı olarak kullanılmasını sağlamıştır. Şaryonun sabit olması nedeniyle tek elemanlı makinalar, harf çubuklu bir makinadan çok daha az yer kaplar ve ÇEVRİMİÇİ TERMİNAL kullanımında, bu hareketsizlikten yararlanılarak, kendi kendine çalışmaya bırakılabilir.

Tek elemanlı bir daktilo makinasının bir giriş ya da çıkış aygıtı olarak kullanılması, işlemciye bağlanması için çok daha yalın devrelerin kullanılmasını olanaklı kılar. 44 harf çubuğu bulunan sıradan bir harf çubuklu makina, her harf çubuğu için ayrı bir SOLENOİT'e ve kaldırma mekanizmasını harekete geçirecek bir başka SOLENOİT'e gereksinme gösterir. Oysa İBM$_{72}$ gibi bir toplu daktilo makinasında, karakter seçme mandallarını harekete geçirmek için yalnızca altı solenoit ve bir de kaldırma mekanizmasını işleten solenoit yeterlidir.

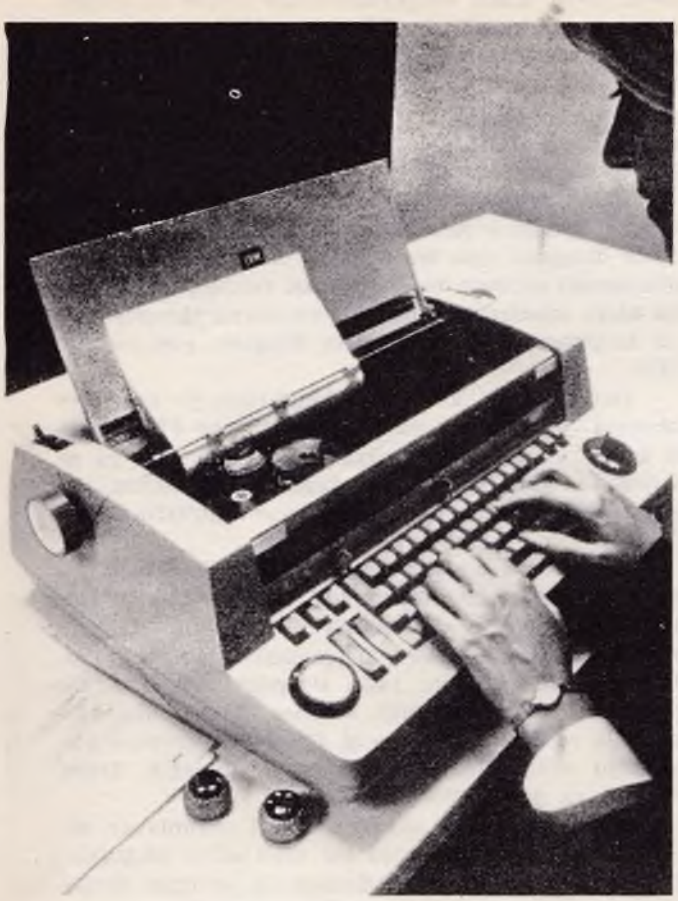
Son yıllarda sözcük basan sistemler ortaya çıkmış ve otomatik kullanımındaki üstünlüklerinden ötürü, tek elemanlı makinalar bir ölçüde bu uygulamanın içine alınmıştır. Tasarımların, raporların ya da normal yazışmanın özgün metni, daktilonun klavyesi ve uygun devrelerle, magnetik şerit, magnetik kart ya da kağıt şerit üstüne kaydedilir ya da doğrudan doğruya elektronik bir belleğe sokulur. Herhangi bir yanlışlık bütün sözcük, satır ya da sayfa yeniden yazılmadan düzeltilebileceği için, bu metin hızla yazılabilir. İstenen değişiklikler de gene kolayca ve çabucak yapılır. Metin ortaya çıkınca makina bunu, dakikada 150 sözcüğü aşan hızlarda otomatik olarak yazar.

Tek elemanlı makinaların daha da ileri bir biçimi, basım işlerinde taş baskı klişelerin üretiminde kullanılır. Bu makinada, karakterlerin boyutlarına uygun ölçüde yer kaplamasını sağlayan orantılı aralıklama mekanizması vardır ve *indeksleme* ya da *sa-*

Baskı kafası, istenen karakteri baskı konumuna getirmek için eğim ve dönme mandallarından oluşan iki mandal düzeneğiyle eğilip döndürülür. Her karakter için, mandalların özgün bir birleşimi seçilir ve bunlar mandal çubuğuyla aşağı doğru çekilir. Manivelalarla aktarılan hareket miktarı, hangi mandalın seçilmiş olduğuna bağlıdır.



tır arası ayarlama, kullanılan baskı stiline uydurulabilir. Bu makinayla ayrıca, yazının sağ kenarının düz olması da sağlanabilir.



İBM Selectric Composer, toplu makinanın, yüksek nitelikli taş baskı klişeler elde edilmesinde kullanılan gelişmiş bir türüdür. (üstte)

İBM 82 modeli bir daktilonun baskı kafası taşıyıcısı ve şerit kaseti. Bu tip makinalarda iki seçimli karakter aralığı vardır. (altta)

DALGAGÜDÜCÜ

Dalgagüdücü, çok yüksek frekanslı elektromagnetik dalgaları (MİKRODALGA) taşımak için düzenlenmiş metal bir borudur (Bk. ELEKTROMAGNETİK IŞINIM). Dalgagüdücü, GÜÇ ve uyarım iletme açısından iletkene benzer. Ancak, iletken *elektrik akımını*, dalgagüdücü ise *dalgaları* iletir. Ayrıca, iletkenden akımın geçebilmesi için kapalı bir elektrik devresi gerekirken, dalgagüdücüde buna gerek yoktur. Elektromagnetik enerjiyi dalga biçiminde iletebilme amacıyla düzenlenmiş metal boru, dielektrik çubuk (Bk. ELEKTROSTATİK) ya da tel biçimindeki herhangi bir sisteme, dalgagüdücü denir.

Radyonun verici ANTEN'inden yayımlanan dalgalarla, dalgagüdücüden iletilen dalgalar arasında fark vardır. Verici antenden, *enine elektromagnetik* dalgalar yayımlanır, oysa dalgagüdücüde böyle değildir. Bu farklılaşmayı, elektromagnetik dalganın özelliklerini etkileyen bir *sınır* oluşturan, dalgagüdücünün çeperleri yaratır.

İletkenlerden dalgagüdücüye: 1GHz'in (1 000 MHz) altındaki frekanslarda elektrik enerjisinin taşınması, yükseltilmesi ve üretilmesi gibi işlemlerde, elektronik devre bölümleri arasında taşıma, alternatif akım olarak yapılır ve tel bağlantılarıyla gerçekleştirilir. Doğru akım devrelerinde kullanılan temel kurallar, burada da geçerlidir.

1GHz'den yüksek frekanslarda enerji taşımak için, iletkenlerde önemli değişiklikler yapmak gerekir. Çünkü böyle yüksek frekanslarda, bağlantı kablosunun fiziksel boyutları, elektrik iletkenliği ve içinde bulunduğu ortam, enerji iletiminin pek azını sağlayabilir. Hattâ, bazen bu iletim o kadar azdır ki, bağlantı kablosu kullanmanın anlamı kalmayabilir.

1900'lerde James Clerk MAXWELL, J. J. THOMSON, Sir Oliver Lodge, Lord Rayleigh ve başka birçok bilim adamının yapmış olduğu çalışmalar sonunda, elektrik enerjisinin güdülür bir yapıya dönüştürülerek *dalgagüdücü* içinden, dalga biçiminde iletilmesi gerçekleştirilmiştir. 1936'larda dalgagüdücü yapımında kullanılan iletkenlerin ya da dielektrik gereçlerin yeterince nitelikli olmamasına karşılık, bunlarla sağlanan verim, iletkenlerle elde edilenden çok daha fazlaydı. O günden bu yana, dalgagüdücü üretiminde yürütülen araştırmalar ve gelişmeler, yüksek frekansla enerji üretimini ve iletimini gerektiren bütün elektronik aygıtlarda, bu sistemin yaygın bir biçimde kullanılmasını sağladı. Gerçekten de, mikrodalga aygıtlarının çoğunun tasarımı, ancak dalgagüdücülerin devre elemanları arasına katılmasından sonra gerçekleştirilebildi.

Son zamanlarda ışık iletimi için de aynı düşünceden yararlanılmaktadır. Çok ileri teknikler kullanılarak, görme aralığı içinde kalan elektromagnetik enerjiyi taşıyabilmek için özel yapılı cam çubuklar (ışıkgüdücüler Bk. LİF OPTİĞİ) geliştirilmiştir.

Dalgüdücülerin fizik ilkesi: Dalgagüdücü ile enerji iletimi, enerjinin elektromagnetik dalgalar halinde, boru biçimli yapının içine bir verici anten

bağlantı ucu aracılığıyla verilmesiyle sağlanır. Dalgagüdücü içinde yayılan enerjide herhangi bir yitim olmadığı varsayılırsa, güdücünün öbür ucundan, benzer bir anten ya da bağlantı ucu, aynı enerjiyi alacaklar. Bu tıpkı, radyo vericilerinden çıkan radyo dalgalarının bir alıcı tarafından alınmasına benzer.

Bilindiği gibi, radyo dalgaları *enine elektromagnetik dalgalar* olarak yayılır. Bu dalgalar birbirine dik elektrik ve magnetik bileşenler içerir; yayılma doğrultusu da bu iki bileşene diktir (Bk. ELEKTROMAGNETİZMA). Oysa, ideal iletkenden (Bk. İLETİM, ELEKTRİKSEL) yapılmış bir dalgagüdücüde, en verimli iletim biçimi enine dalga iletimi değildir. Temel elektromagnetik kurallara göre enine dalgalar, çeperlerinden ötürü dalgagüdücünün içinde oluşamaz. Gene, temel kurallara göre, ideal iletken çeper, yalnızca kendi düzleminin normali ile aynı yönde (düzleme dik yönde) elektrik alana geçit verirken, magnetik alan bileşeni de, iletkenin sınırlarındaki alan denge koşullarını sağlamak için iletken yüzeyine koşut olmak zorundadır.

Dalga modları: Bir dalgagüdücünün (özellikle içinin) fiziksel boyutları, buradan geçen elektromagnetik dalganın özel bir alan ya da dalga modlarına dönüşeceği biçimde düzenlenir. İşi yalınlaştırmak için bu dalga modlarına, eğik bir yansımaya uğramış enine elektromagnetik dalgaların bileşkesi gibi bakılabilir.

Dalgagüdücü kesitinin dikdörtgen ya da daire oluşuna bağlı olarak *enine elektrik* mod (TE ya da H modu) ya da enine magnetik mod'dan (TM ya da E biçimi), yalnız bir tanesi oluşabilir. Bu durum, tümüyle dalgagüdücü çeperlerinin sınır koşullarına bağlıdır.

Kesiti belli bir dalgagüdücüde, modlar katlanabilir. Bunlardan en yalını *temel* mod'dur. Müzik aletlerindeki dalga ve titreşimler de buradaki duruma benzer (Bk. REZONANS). Dalgagüdücü içindeki modları tanımlamak için, yalın simgeler kullanılır. Bu simgelerin altına konulan indisler, dalgagüdücünün genişlik ve derinliğine uygun düşen belli frekans yayımının yarı dalgaboyunu gösterir. Örneğin, temel mod E_1 ya da H_{10} biçiminde yazılır.

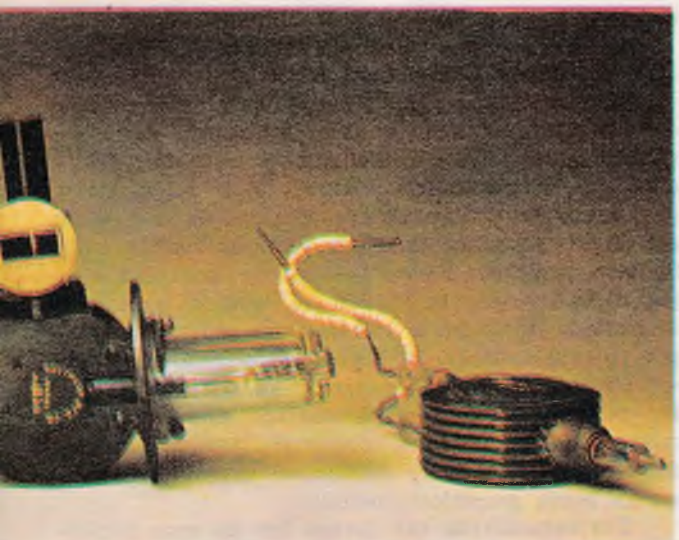
Bir dalgagüdücü boyunca enerji yayımlayan etkin bir dalga yapısı, belli bir mod alanı oluşturur. Dalgagüdücüde yol alan dalganın iki belirgin özelliği vardır: Yayılma hızı, ışık hızından azdır; bunun sonucu olarak dalgaboyu, uzayda yayılan aynı frekanstaki enine dalgaların dalgaboyundan daha büyüktür.

Bir dalgagüdücü içinde yol alan dalga yapısı, enerji taşıması açısından tıpkı radyo frekansının yayımladığı hatlara benzer. Gerçekten de, bir dalgagüdücüdeki E ve H alan yeğinliklerinin dağılımı, zayıflama, duran dalgaların oranları ile, bir iletim hattı boyunca gerilim ve akım dağılımları, dalgaların oranları arasında büyük bir benzeşim vardır. Bir iletim hattında, akım ya da gerilim dağılımlarına etkiyerek İNDÜKTANS, SIĞA, DİRENÇ etkileri ortaya çıkarılabilir. Dalgagüdücüde de, uygun girinti ve çıkıntılarla E ve H alanlarının dağılımlarını etkileyerek, benzer olaylar oluşturulabilir.

Bir dalgagüdücünün yapısı: Bir dalgagüdücünün iç boyutları ile alan modu yapısı arasında, kritik bir ilişki vardır. Aynı ilişki, iletim işlemi sırasında oluşan sönüm ve enerji yitimleri için de geçerlidir. Bu nedenlerle dalgagüdücünün, kullanımı süresince değişmeden kalması gereken belirleyici boyutlarının, çok duyarlı yapılması gerekir.

Bazı özel durumların dışında, dalgagüdücülerin büyük çoğunluğu, nitelikli çekme pirinçten yapılır. İç çeperlerin altın ya da gümüşle kaplandığı özel

S bandı (2,6 ile 3,95 GHz aralığındaki) dalgagüdücüsü. Güdücünün hemen yanında görülen küçük güdücü de Q bandı (26,5 - 40 GHz) güdücüsüdür. Büyük olanı 2,5 MW'a kadar tepe değerleri taşıyabilir ve örneğin radyo röle bağlantılarında kullanılır. Q bandı ise 22 KW'a kadar taşır. (altta)



2 pulslu magnetron. Bunlar X bandında (8,2-12,4 GHz) çalışırlar ve tepe değeri 1 MW gücünde olan dalgaları taşıyabilir. Çalışabilmeleri için kuvvetli magnetik alanlara gereksinim vardır. Silindirimsi bölümlerinin yüzeyi düzleştirilmiş ve böylece dönel bir mıknatısın kutup boşluğuna yerleştirilebilmiştir. (üstte)

durumlar dışında, güdücünün iç çeperleri, paslanmayı en aza indirmek için çoğu kez kadmiyum ya da nikelle kaplanır. Hareket edebilecek bir mikrodalga antene enerji sağlama durumunda ise, bükülebilen dalgagüdücü kesiti gerekir. Bunun için, çok özel türden bir esnek tüpe gereksinim vardır. Bükülebilir tüpün kesiti, bükülemeyen tipin kesiti ile aynı toleransta üretilir ve üstü lastikle kaplanır.

Bükülebilir dalgagüdücüler yerine, bazen döner eklemli güdücüler de kullanılır. Bu tip bir aygıt, sürekli dönme halindeki mikrodalga antenlerini besleyebilmek için kullanılır. Bu tür güdücülerde, döner eklemi oluşturan kısa dairesel dalgagüdücü kesiti içinden etkili bir enerji taşınmasını sağlama amacıyla, alan modlarının değiştirilmesi gerekir. Bunun için de, çok özel bazı tekniklere gereksinim vardır.

Genellikle kesitleri birbirlerinin tümüyle aynı olan dalgagüdücüler, birbirlerine flanşlarla bağlanabilir. Bu flanşlar, güdücü içindeki alan yapısını bozmayacak ve mekanik olarak sağlam bir bağlantı oluşturacak biçimde yapılmıştır. Bu yalın flanşlı bağlantıların yanı sıra, iletim devrelerinin bağlanmasını olanaklı kılan çeşitli bağlama öğeleri de kullanılır. Bağlantı elemanları hem bir çok iletim devresinin birbirine bağlanmasına olanak verir, hem de enerjiyi istenen biçimde yönlendirirler.

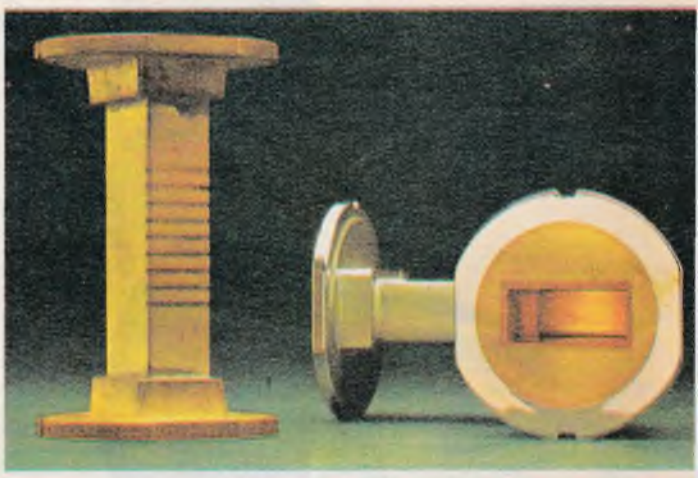
Bu tür aygıtlar (en yalın dalgagüdücü de dahil) çok hassas teknoloji gerektirdiğinden pahalıya malolur. Hele 36 GHz gibi frekanslarla (Q bandı) yayın yapan çok gelişken mikrodalga aygıtları söz konusu olursa, maliyet büyük boyutlara yükselir. Böyle bir aygıtın iç kesit boyutları olarak, en çok 0,711 cm × 0,356 cm kullanılır. Doğal olarak, bu tür güdücülere gereksinim duyulan mikrodalga donanımları da, çok büyük yatırımlar gerektirir.

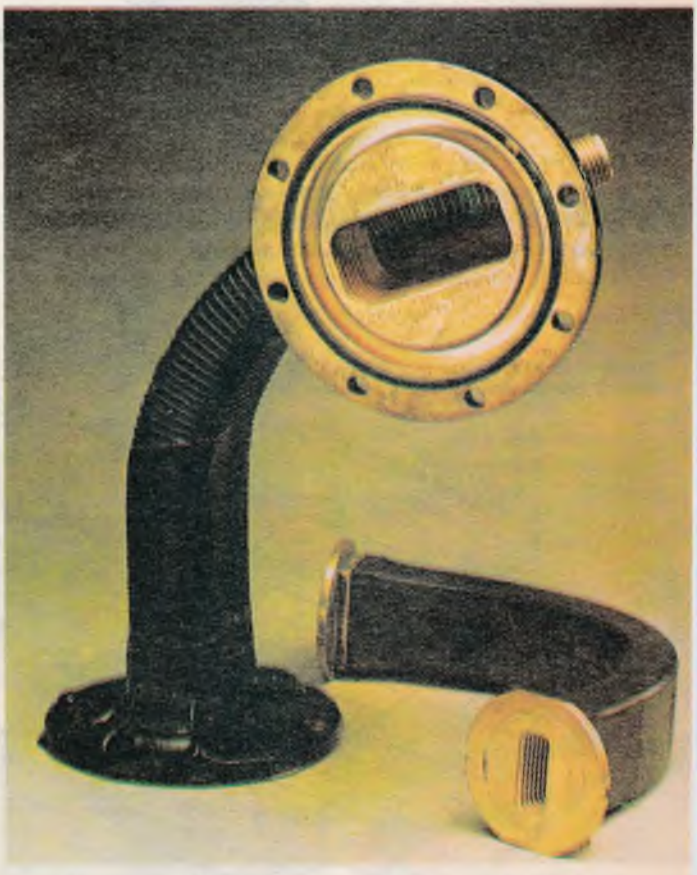
Uygulama alanları: İlk uygulamalarda dalgagüdücüler, birer anten besleyicisi olarak kullanıldı. Örneğin, RADAR'ın ilk kullanıldığı günlerde, *magnetron* ya da *klistron*'ların ürettiği çok yüksek frekanslı mikrodalgaları antene taşıma görevi yapıyorlardı. Aynı dalgagüdücüler, hedeften radar anteninе yansıyan çok zayıf sinyallerin taşınmasında da kullanıldı. Günümüzde radarlarda gene dalgagüdücülerden yararlanılmaktadır, ama dalgagüdücünün uygulama alanları başka konuları da kapsar.

Mikrodalga frekanslarında enerji taşınmasını gerektiren yöntemlerin hemen tümünde, dalgagüdücüler kullanılır. Ayrıca, mikrodalga radyo röle sistemleri, RADYOTELESKOP'lar, mikrodalga ocakları, radyo METEOROLOJİ (radyo refraktometresi), KÜTLE TAYFÖLÇÜMÜ, KADASTRO (tellurometre), malzeme kalınlık göstergeleri, monitörler, hattâ hırsızlara karşı ALARM SİSTEMLERİ'nde de uygulama alanı bulmuşlardır. Bütün bu uygulamalarda sözü edilen dalgagüdücüler 1-2 m boyundadır. Anten besleyici olarak kullanıldıklarında, aygıtın durumuna bağlı olarak 10-20 m'yi bulduklarını olur.

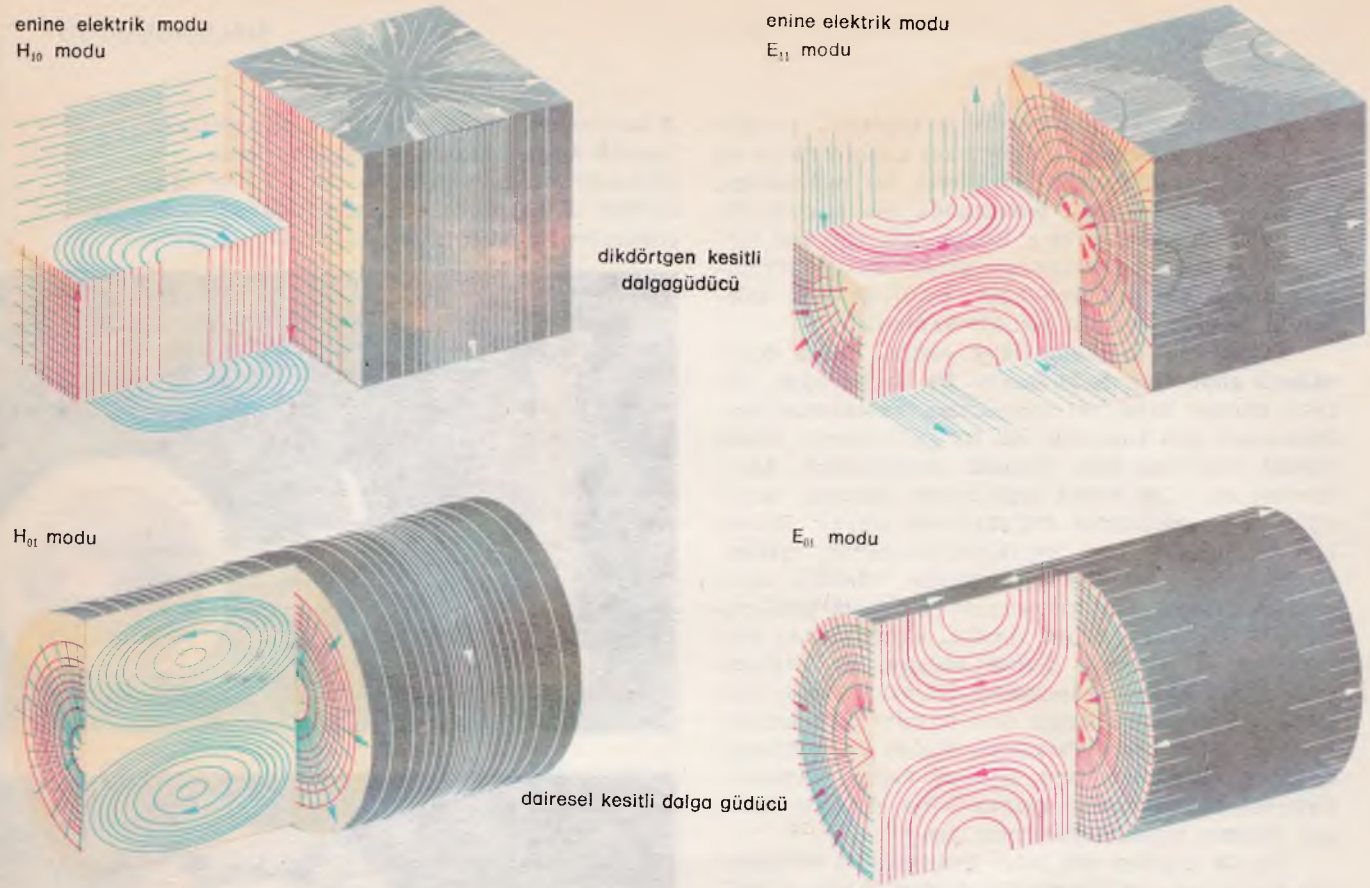
Özel tasarım gerektiren başka uygulama alanları da vardır. Son teknik araştırmalar sonucunda, çok uzaklarla TELEFON iletişimi için kablolar ye-

X bandında kullanılan bir mikrodalga anteni (yarıklı kesiti). Büyük ve duyarlı olarak yönlendirilebilen antenlerde boya 2,5 m kadar olabilir. X bandında aynı zamanda, 90° bükümlü güdücüler (sağdaki resim) kullanılır. (altta)

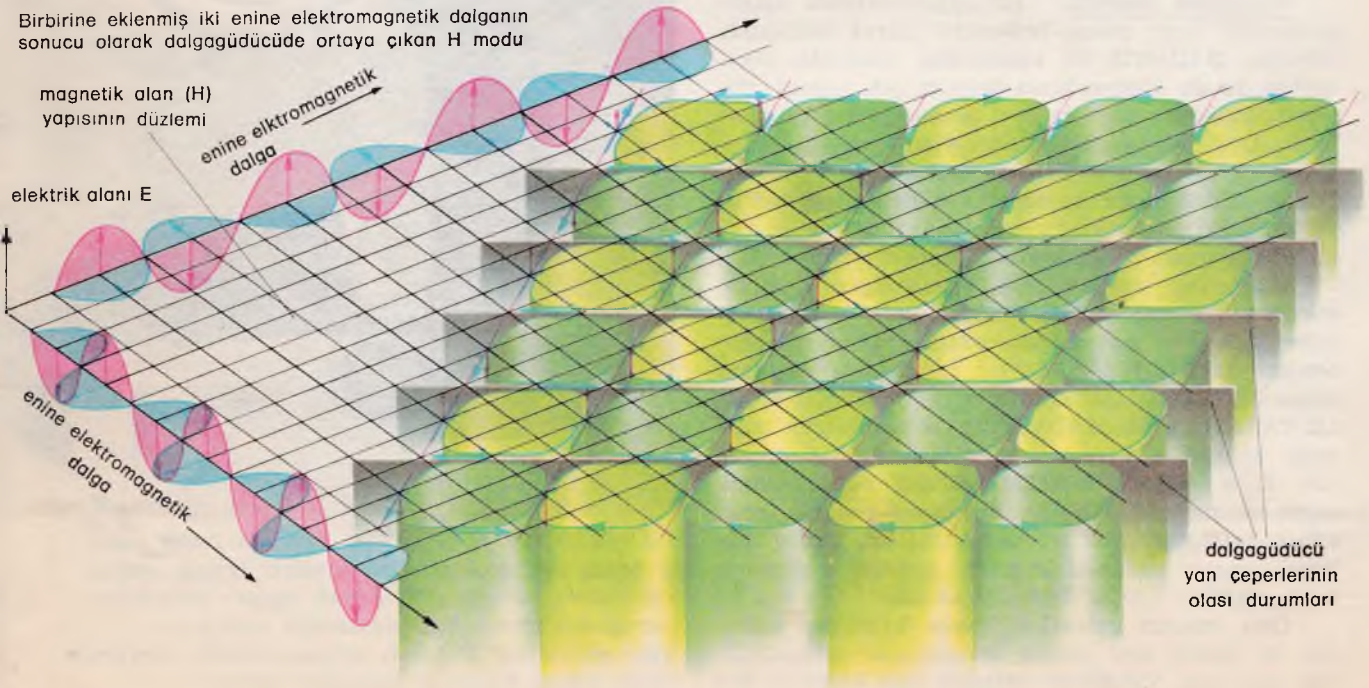




İki bükülebilir dalgagüdücü. Sağdaki lastik kaplı X bandı tipi, uçakların burnundaki fırtına uyarıcı radarlarda olduğu gibi, küçük açıları izleyebilen antenlerin anten bağlantılarında kullanılır. Yarı bükülebilir C bandı dalgagüdücüsü, birleşimin sorun olduğu köşelerde kullanılır. (altta)



Dikdörtgen ve daire kesitli dalgagüdücülerde 3 boyutlu alanlar (üstte). Elektrik alanı kırmızı, magnetik alan mavi renkle gösterilmiştir. Güdücü çeperlerindeki (koyu renkli) akımlar ise beyaz renkle gösterilmiştir. Çizgilerin sıklığı herhangi bir andaki alan şiddetini belirtir. Alttaki resimde, iki enine elektromagnetik dalganın birleşmesiyle oluşabilen dalga biçimi (burada bir enine elektrik ya da H modu) görülmektedir.



rine kullanılabilecek, yitimleri azaltan 2 km boyunda dalgagüdücüler yapılmıştır. Son derece dayanıklı mikrodalga antenlerinde tek yarıklı bir dalgagüdücü kesiti bulunur. Her iki yüzünde dar bir yarık bulunan bir dalgagüdücü, tıpkı iki kutuplu yalın bir anten gibi elektromagnetik enerji yayar. Alan sınır koşullarının sağlanması için, dalgagüdücü çeperlerinde dolaşan akımlar, bu yarığı bir kaynak biçimine dönüştürür. Bir güdücü üstünde çok sayıda yarık bulunuyorsa, o zaman yönlendirilmiş bir yayın demeti elde edilebilir. Bu demet, hareketli radarlarda yaygın olarak kullanılır.

DALGA HAREKETİ

«Dalga» sözcüğü, insanların çoğunun aklına okyanus dalgalarını ya da bir havuzda oluşan küçük dalgacıkları getirir. Fizikte bunlar, dalga türlerinin yalnızca bir bölümüdür. SES dalgaları, deprem ve IŞIK da aynı türden oluşumlardır. KUVANTUM KURAMI'nda maddenin kendinin bile dalga özelliği gösterebileceği varsayılmaktadır.

Dalga, yere ve zamana bağlı olarak yinelenir. Okyanus dalgaları, bu tür hareketlere iyi bir örnektir. Uzaklık olarak yinelenme aralığı (bir dalganın iki tepesi arasındaki uzaklık), *dalgaboyu* diye tanımlanır. Bir okyanus dalgası üstündeki herhangi bir noktanın, düzenli alçalış ve yükselişleri, belirli bir süre içinde gerçekleşir. Bir en üst noktadan, ikinci en üst noktaya ulaşılıncaya kadar geçen zaman *peryot*'tur. Peryot sözcüğü yerine, daha çok *frekans* kullanılır. Frekans, dalga hareketinin bir saniye içindeki yinelenme sayısıdır. Matematik olarak, frekans = 1/peryot'tur. Dalganın başka bir özelliği de *hız*'dır, yani dalganın ileri doğru yaptığı hareketin hızıdır. «Hız = dalgaboyu × frekans» bağlantısı, her tür dalga için geçerlidir ve bu üç özellik arasında ilişki vardır.

Her ne kadar dalga belirli bir hızla okyanusta hareket ederse de, gerçekte suyu oluşturan moleküller, hiç bir zaman ileriye ya da geriye doğru yer değiştirmezler, yalnızca aşağı ve yukarı salınırlar. Ancak bu salınımı birbirlerine ilettiklerinden, su molekülleri yer değiştirmediği halde, dalga hareketi yayılır. Kumsallardaki dalgalar incelendiğinde, moleküllerin yalnız aşağı yukarı değil, ileri geri de gittiği gözlenebilir: Ancak, bu gerçek dalga hareketi değildir, çünkü salınımın sürekliliği, kumsal tarafından kesilmektedir. Bir dalga hareketi kıyıda kırılmışsa, bir matematikçi ya da fizikçi onu artık dalga olarak ele almaz.

İçinde bulunduğu ortamı, hareket ettirmeksizin ortaya çıkan uyarıma, dalga denir. Bu, dalga için iyi bir tanımdır. Sözgelimi, ses dalgalarının hareket ettiği ortam havadır. Bu dalgaların hareketsiz bir

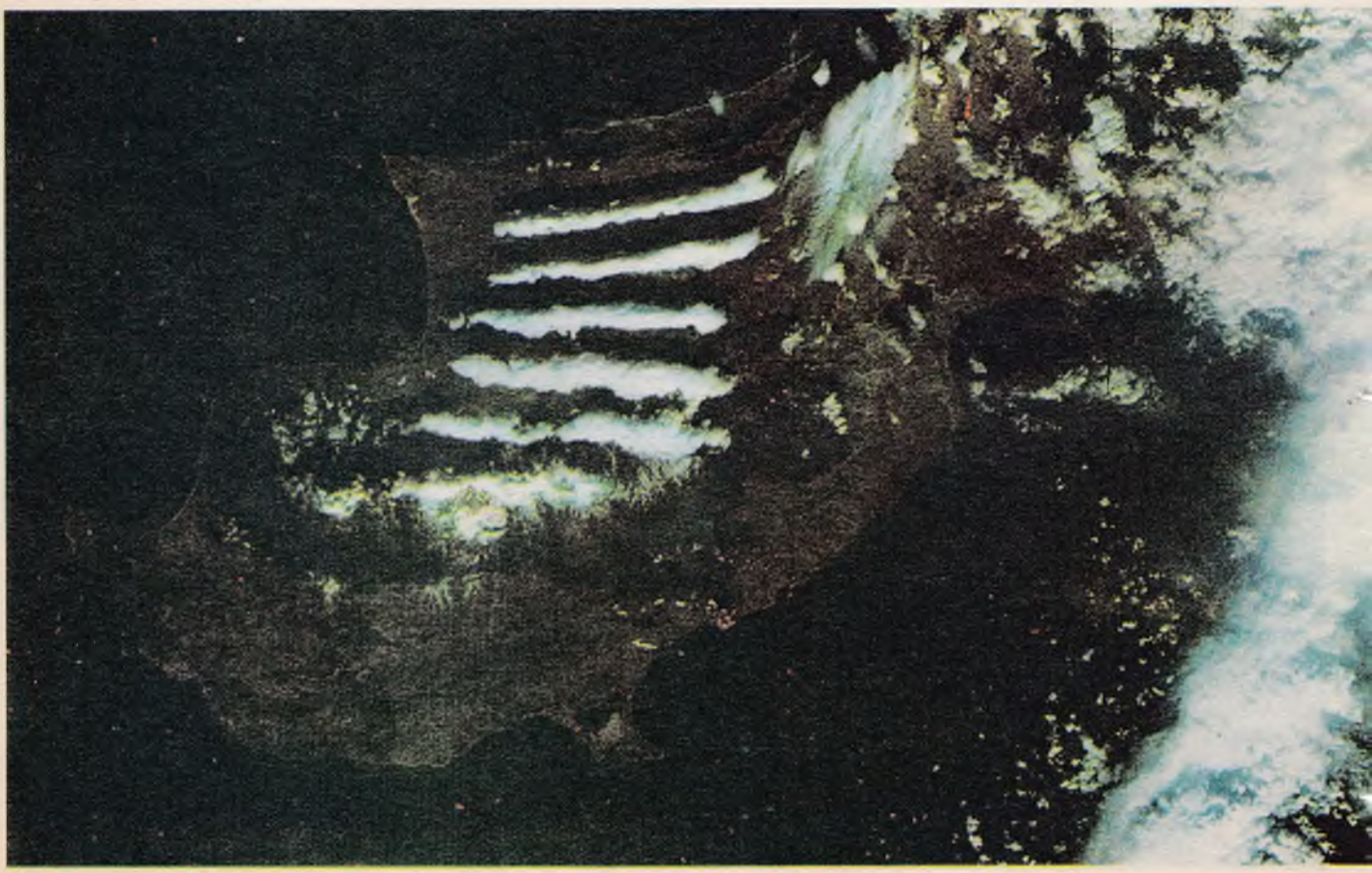
Havuzda oluşan dalgacıkları herkes bilir. Su dalgaları da ışık dalgaları gibi girişim ve kırınım özelliği gösterir.

ortamda iletilmesine örnek olarak, bir konser salonunda orkestradan çıkan sesin, salonun içindeki havanın yer değiştirmeden durmasına karşın, dinleyicilerin kulaklarına ulaşması gösterilebilir. Ancak, ses dalgalarıyla su dalgaları arasında önemli bir fark vardır: Ses dalgalarında hava molekülleri, dalganın yayılma doğrultusunda ileri geri hareket eder (*boyuna* dalga), oysa suda, bu hareket yayılma doğrultusuna diktir (*enine* dalga).

Girişim: Aynı frekanslı iki dalga bir araya geldiğinde, her iki tip dalga da (enine ve boyuna) girişim özelliği gösterir. Dalgalar aynı *faz*'daysalar, girişim sonucu üst üste binerek, genliği daha büyük bir dalga oluştururlar; ama dalga boyunun yarısı kadar bir faz farkı varsa, birbirlerini söndürürler, dolayısıyle de ortamda hiç dalga hareketi gözlenmez. Bu özellikten yararlanarak, Thomas YOUNG 1801'

Tıpkı okyanuslardaki gibi, rüzgarın kumlarda oluşturduğu dalgalar. Bunların oluş biçimi 1950'lere kadar açıklanamadı; çünkü kuram; ileri matematik bilgisi gerektiriyordu. (sağda)

Bulutlar da, dalga biçimi gösterebilir. Kıbrıs'ta Girne sıraları, dalgaya benzer hava akımına neden olmaktadır. Bulutlar, dalgaların tepeciklerinde oluşmaktadır, çünkü buraları daha soğuktur. Yer yer gözlediğimiz bulut sıraları olayı da, aynı biçimde ortaya çıkar. (altta)



de ışığın bir dalga hareketi olduğunu kanıtlamıştır. Young'ın deneyinde, bir ampulden yayılan ışık, iki ince yarıktan geçtikten sonra bir ekrana düşürülür. Işık kaynağı durumuna geçen bu yarıklardan yayılan dalgalar arasında, bir faz farkı vardır. Bu faz farkı, yarıklar arasındaki uzaklığa bağlıdır. Böylece ekranda, girişimden ötürü, aydınlık ve karanlık bantlar gözlenir. Aydınlık bantlar, iki dalganın aynı fazda olduğu (*yapıcı* girişim), karanlık bantlar ise farklı fazda (*yok edici* girişim) olduğu bölgelere karşılıktır.

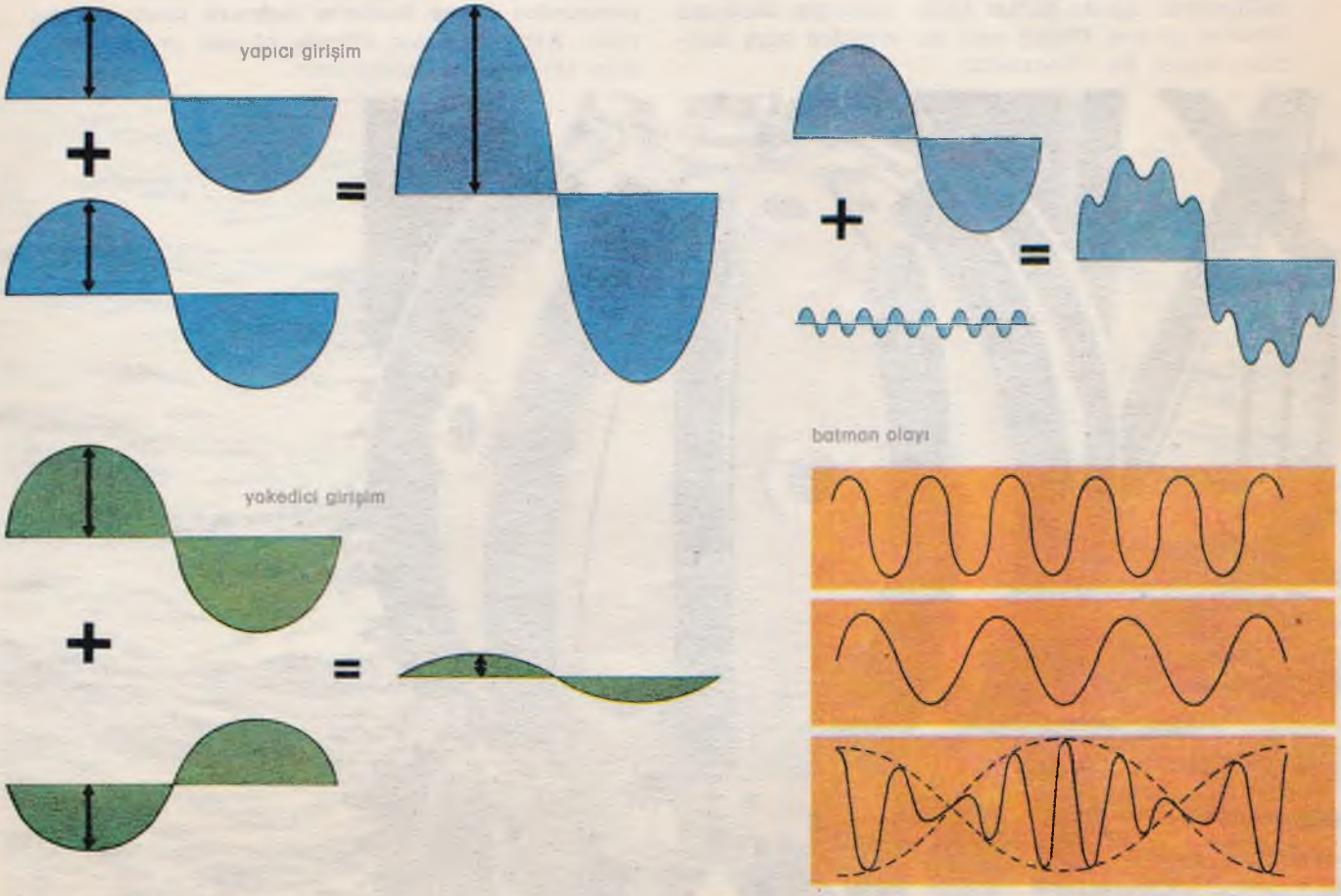
Önemli ve ilgi çekici bir girişim olayı da, yayılan dalgalar kendi dalgaboylarından biraz büyük bir engeli aştıklarında ya da bir boşluktan geçtiklerinde oluşur. Dalgalar, kendi içlerinde de girişim yaratarak, yüksek ve düşük şiddette *kırınım* biçimleri oluştururlar. Elimizin iki parmağını iyice yaklaştırıp parlak bir zemine baktığımızda gördüğümüz karanlık ve aydınlık çizgiler, bu olaya iyi bir örnektir.

Işık, enine bir dalga hareketidir. Aynı yönde hareket eden dalgalar, farklı doğrultularda titreşebilir (tümü hareket yönüne dik). Bu POLARILMA özelliğinin, OPTİK'te önemli uygulama alanları vardır.

Uzun süre, ışığın yayıldığı ortamın bilinmeyen gizler içerdiği sanılmış ve bu ortamın ESİR denilen bir maddeden oluştuğu varsayılmıştır. Ancak GÖRECELİK (RELATİVİTE, BAĞILLIK) kuramı, bu maddenin varlığının deneysel olarak kanıtlanamayacağını göstermiş, ESİR kavramı bilimsel olarak anlamını yitirmiştir. Aynı zamanda, kuvantum kuramı, maddenin kendinin de dalga özelliği gösterdiğini ve ışığın da birtakım taneciklerin dalga biçiminde yayılmasından oluştuğunu kanıtlamıştır. Bu dalgaları, gerçek bir madde biçiminde ele almak olanaksızdır; ancak matematik olarak, herhangi bir anda, ortamın herhangi bir noktasında, bir «tanecik» olarak varlığını gösterebilir. Işık dalgaları, her ne kadar su ve ses dalgalarıyla pek ilintili görünmeseler de, aslında bunlarla aralarında büyük bir benzerlik vardır. Bu dalgaların matematik gösterilişi aynıdır. Özellikle, ışık dalgaları, tıpkı madde dalgaları gibi girişim ve kırınım özelliği gösterirler. Bu konuda ünlü bir deney de 1927'de yapılmıştır. Deneyde ELEKTRON'ların, tıpkı X IŞINLARI gibi bir billur tarafın-

---

Yalınlaştırılmış dalga hareketleri. Aynı fazdaki benzer iki dalganın bir araya gelmesi sonucu, genlik artar. Aralarında faz farkı bulunan, frekansları eşit iki dalga ise, birbirlerini yok eder. Farklı frekanstaki dalgaların bir araya gelmesi, karmaşık bir dalga biçimi doğurur. İşlemin tersine, yani bunların birbirinden ayrılmasına, Fourier analizi denir. (altta solda)
Aralarında küçük bir frekans farkı bulunan iki dalganın girişimi sonucu ortaya çıkan batman olayı. (altta sağda) Birleşim, daha düşük frekanslı bir batman dalgasıdır (kesikli çizgi).



dan kırınıma uğratılacağı gösterilmiştir. Sonraları bu bulgu, ELEKTRON MİKROSKOPU'nun geliştirilmesini sağlamıştır.

Bir dalga hareketinde, yalnız bir tür frekansın bulunması koşulu yoktur. Örneğin, bir orkestradan yayılan müzikte, kullanılan çeşitli çalgılardan çeşitli frekanslarda ses dalgaları bir arada yayılır. Yayılan değişik frekanslardaki bu hava titreşimlerinin üst üste binmesi (dalgaların süperpozisyonu ilkesi), ancak dalga biçimleriyle açıklanabilen, çok karmaşık bir titreşim hareketi oluşturur. Bu ilerleyen bir dalganın yol boyunca şiddetinin nasıl değiştiği ya da yol üstündeki bir noktada, herhangi bir anda şiddetinin değişimi incelenerek anlaşılabilir. Kulak otomatik olarak ses içindeki dalga biçimlerinin, bunların kendi frekanslarına bağlı olarak çözümlemelerini yapar. Kulağın bu işlevi, matematikte *harmonik çözümleme* (harmonik analiz) ya da *Fourier analizi* (Bk. MATEMATİK) diye adlandırılır. Bu işlemler, bilim ve teknolojide, özellikle elektronik alanda uygulama bulur. Bas ve tiz seslerin denetimi için düzenlenen elektriksel FİLTRE'lerin tasarımında, bu ilkeden yararlanılır.

DALGIÇ ÇANI

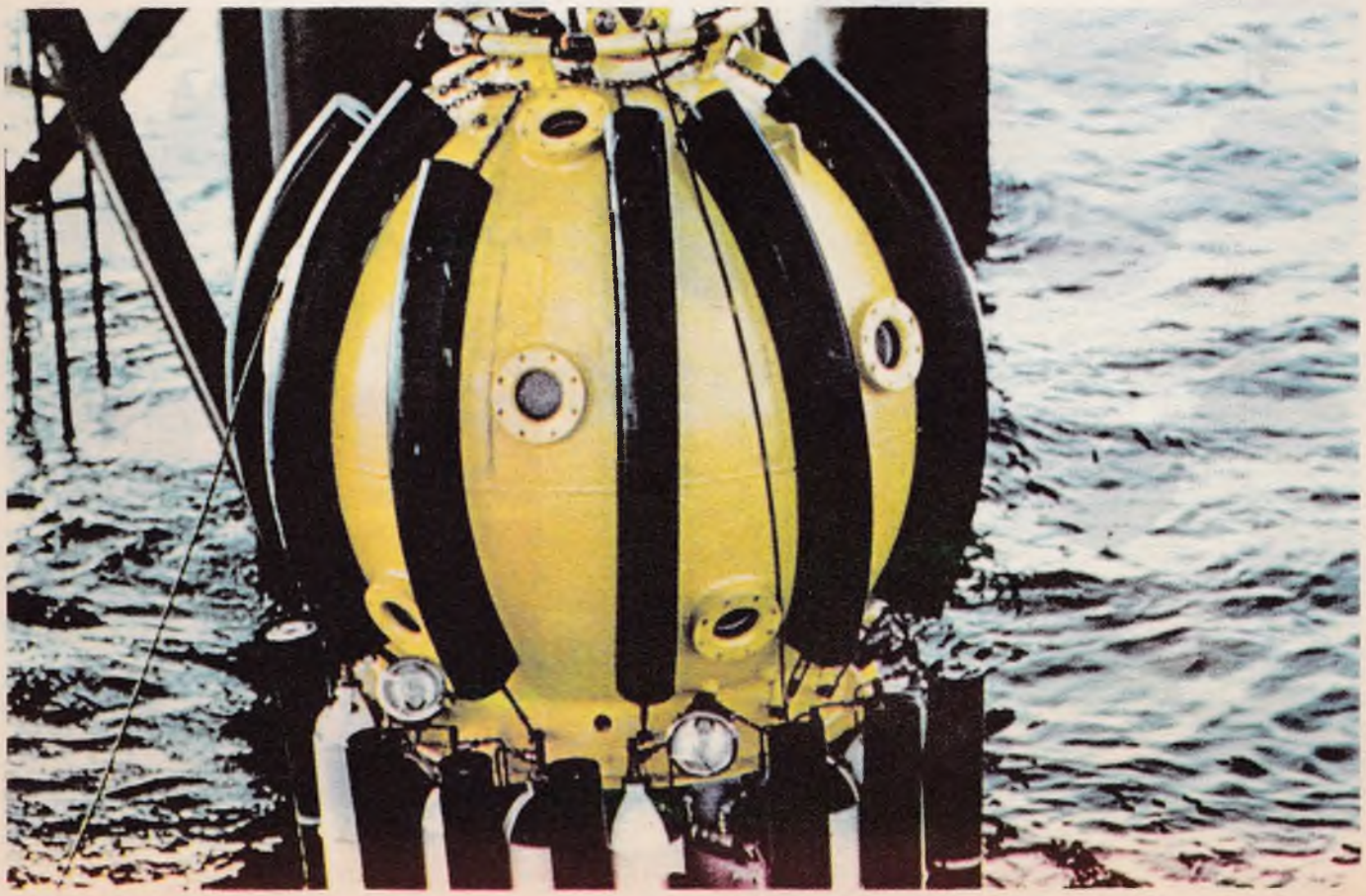
Dalgıç çanı, en eski ve en yalın dalma aracıdır. Çalışma ilkesi lavabo ve bardakla gösterilebilir. Lavabo suyla doldurulup bardak baş aşağı suyun içine daldırılırsa, içinde kalan hava nedeniyle bardağın içine su girmez. Dalgıç çanı da, gemiden suya indirilen büyük bir «fincan»dır.

Uygulamada işlem bu kadar yalın değildir. Bunun iki nedeni vardır. Birincisi, hava sıkışabildiğinden, çan derine indirildikçe, içine giren su miktarı artar. Örneğin, 10 metre derinlikte çanın çevresindeki suyun basıncı, hava basıncının iki katı olur. Bu da, çanın yarısının suyla dolması demektir. İkinci neden de çana, içindeki hava yüzünden bir kaldırma kuvvetinin etki etmesidir. Bu yüzden ya çanın kendinin ağır olması ya da üstüne, batmasını ve dik durmasını sağlayacak ağırlıklar eklenmesi gerekir.

Tarihçe: Dalgıç çanına ilişkin ilk bilgiye Aristoteles'in *Problematum* (İ.Ö. IV. yüzyıl) adlı yapıtında raslanır. Bu kitapta, Aristoteles dalgıçların soluk alabilmesi için baş aşağı suya daldırılan ve kovaya benzeyen bir aygıttan söz etmektedir. Eski bir Fransız resminde de, Büyük İskender suyun içinde mumlarla aydınlatılmış bir hücrede görülmektedir. Aslında bu resim, biraz düş ürünüdür, çünkü İskender'in yaşadığı çağda, cam fanuslar yoktu ve mumlar, çan içindeki havayı hızla tüketirdi.

1530'larda Guglielmo de Lorena adında serüven düşkünü bir İtalyan, batık Roma gemilerini incelemek için, Albani tepelerindeki bir krater gölü olan Neni'ye daldı. De Lorena'nın çanında bir de pencere vardı. 1538'de de iki Yunanlı, içine iki kişinin sığacağı büyüklükte bir çan yaptılar. Bu çan Toledo'

Uluslararası Divcon petrol şirketinin «Orion» gemisinden Kuzey Denizi'ne indirilen sualtı çalışma odası. Küresel odanın altında, oksijen ve helyum dolu silindirler yeralmaktadır.



da (İspanya) İmparator Karl V ile binlerce seyircinin önünde denendi. Bu çanın içinde yakılan tek mum, çan sudan çıktığında hâlâ yanıyordu. Bu başarıdan sonra İspanyollar, dalgıç çanını çok sık kullanmaya başladılar. 1665'te dalgıçlar, 1588'de batan bir geminin toplarını çıkardılar. 1677'de ise 4 metre yüksekliğinde ve 3 metre çapında tahtadan bir çan, batmış gemilerden para çıkarma amacıyla kullanıldı.

Bu arada (1600'lerde) Richard Norwood adında bir İngiliz, Bermuda yakınlarında, ters çevrilerek üstüne ağırlıklar bağlanmış bir şarap fıçısıyla, batmış gemilerin enkazını arıyordu. Sir Francis Bacon da 1620'lerde buna benzer bir aygıtı anlatır. Yüz yıl kadar sonra Dr. Edmund Halley (Halley kuyruklu-yıldızına adı verilen kişi) dalgıçlara hava veren bir sistem geliştirdi. Bu sistemdeki çan oldukça büyüktü. Tahtadan yapılmış, üstü kurşun kaplanmıştı.

XIII. yüzyılda çanla denizin dibine indiği söylenen Büyük İskender'in temsili resmi.(sağda)
Su tarafından kaldırılan 1857 modeli bir çan. Giriş kapağı üstte yeralmakta ve yüzeyden hava pompalanmaktadır.(altta)

Camdan lomboz delikleri vardı ve hacmi 1.70 m^3'ten fazlaydı. Çana boş kurşun fıçılar indirilir, dalgıçlar bu fıçıları çanın içine çekip kapaklarını açınca, içeriye taze hava kabarcıkları dolar ve çanın içindeki suyun bir bölümü dışarı atılırdı.

Bundan önce, 1689'da Dr. Denis Papin adındaki Fransız fizikçi çandaki dalgıçlara ilk kez bir boruyla hava pompaladı. Sonraları daha güçlü pompalarla, dalgıçların daha derinde çalışmaları olanağı sağlandı. Pompa bozulduğu zaman, çanın çevresindeki su basıncı yüzünden havanın yukarı dönmemesi için, borulara tek yönlü vanalar konuldu. XIX. yüzyılın başlarında çan, artık merakla izlenen bir yenilik, ya da hazine avcılarının kullandığı bir aygıt olmaktan çıkarak, belirli bir alanda kullanılan bir meslek aracı oldu. Ne var ki, 1823'te ilk dalgıç başlığı patentinin alınmasıyla gelişmeye başlayan dalma aygıtları, çanın modasının geçmesine yolaçtı. XIX. yüzyıl boyunca su altında yapılan her araştırmada, gemilerde ve mendireklerde bulunan dalgıç çanları kullanılırdı; ama günümüzde çanın uygulama alanı çok kısıtlıdır.

Günümüzde dalgıç çanı, balık üretme araştırmalarında olduğu kadar, deniz dibinde bitki ve mineral araştırmalarında da kullanışlı ve yararlı bir araç olarak, yeni kullanım alanları bulmuştur. Eski model dalgıç çanı geliştirilerek, dibe indirildiği zaman ayaklarının üstünde duran oda büyüklüğünde bir hücreye dönüşmüştür. İçinde ranzalar, su yüzeyiyle telefon ve televizyon bağlantısı ve başka araçlar bulunur. 30 metre kadar derinde çalışan dalgıçların, dinlenebilecekleri bir yer niteliğindedir. Çanın havası, yüzeyden indirilen borular yerine, çan içindeki sıkıştırılmış hava depolarından sağlanır. Çanın içindeki basınç, dıştaki su basıncıyla dengelendiğinden, çanın yapısının inceden inceye hesaplanması gerekmez.

DALGIÇ DONANIMI

Dalma teknolojisi yıllar boyunca geliştikçe, kurtarma ve onarım amacıyla günden güne daha derinlere ve soğuk sulara dalma gereği doğdu (dünyanın sıcak bölgelerinde bile, derine inildikçe su soğur). Dalgıçları soğuktan, yani *hipotermi*den (beden ısısının düşmesi) korumak için de, dalgıç donanımı kullanmak kaçınılmaz oldu.

Beden ısısının düşmesi, tehlikeli sonuçlar doğurabilir. Beden sıcaklığının düşmesi, önce kol ve bacakları etkiler. Öte yandan, kol ve bacaklar gibi bedenin merkezinden uzakta bulunan baş, beden yüzeyine yakın olduğu için de omurilik, tehlikeyle karşı karşıyadır. Donma sıcaklığında suya dalan donanımsız bir dalgıç, birkaç dakika içinde bilincini yitirir. 10°C'ta bile, yaşama süresi ancak3,5 saatten biraz fazladır. Buna karşılık aynı sıcaklıkta, iyi bir

1803'lerden bir dalgıç donanımı tasarımı. (üstte)

Daha modern bir model. Fotoğraftaki dalgıç, dışarı atılan havanın akışını ayarlamaktadır. (sağda)

dalgıç donanımı, beden ısısını koruyarak bu süreyi 24 saate kadar uzatabilir (yün kazak gibi bir giysi bile, deriyle temasta olan soğuk su akımını azaltacağından işe yarar).

Dalgıç donanımlarının iki tipi vardır: Dalgıcı tümüyle örterek onu kuru ve sıcak tutan, başlıklı klasik dalgıç giysisi; solunum aygıtlı (SU CİĞERİ), bağımsız dalgıç giysisi ya da balıkadam (scuba) giysisi. Balıkadam giysisi, su ciğeriyle birlikte kullanılır. Bu giysiler de kendi içlerinde ikiye ayrılır: Dalgıcın bedeninin her yanını kuru tutan kuru giysi, beden ile giysi arasında ince bir su tabakası bulunan ıslak giysi. Giysinin içindeki su, hemen dalgıcın beden sıcaklığına kadar ısınır ve giysinin dışındaki soğuk suya karşı ek bir yalıtkan tabaka görevi yapar.

Başlıklı donanım: Başlıklı donanım, eski DALGIÇ ÇANI'ndan kaynaklanır. Başlık, yüzeye uzanan hortumdan sürekli taze hava gelen, bir tür taşınabilir dalgıç çanı olarak düşünülebilir.

Giysi, kauçuklu bir maddeden yapılmıştır. Dalgıç, giysinin içine boyun bölümündeki delikten girer. Sonra başlık, su geçirmeyecek biçimde giysiye bağlanır. Cam pencerelerle dalgıcın çevresini görmesini sağlayan başlık, bir hava borusuyla yüzeye bağlıdır. Borudan aşağı kompresörler, çevre basıncında, yani başlığın dışındaki suyun basıncına eşit basınçta taze hava pompalarlar. Solukla verilen hava bir supapla suya atılır. Dalgıcı gerektiği zaman yukarı çekebilmek için, giysiye bir güvenlik ipi bağlanmıştır. Çoğunlukla, dalgıcın yüzeydekilerle doğrudan temasını sağlayan bir de telefon hattı bulunur.

Başlıklı donanımın ağır olmasına karşın, başlığın içindeki hava, giysinin ağırlığını karşılayarak dalgıcın suda batmadan yüzmesini sağlayabilir. Bu yüzden, dalgıcın dibe inebilmesini ve dipte yürümesini sağlama amacıyla ağırlıklar eklenir. Her biri yaklaşık 20 kg olan ağırlıklardan birisi göğsüne, ikincisi de dengeli yürümesini sağlamak için sırtına bağlanır. Ayrıca ayakkabıların tabanları da her biri 8 kg ağırlığında kurşun kaplıdır. Dalgıç isterse, bunlara ek olarak bir de kurşun kemer takar.

Yüzeyden sürekli hava gönderildiği için, başlıklı elbise giyen dalgıç, suyun altında uzun süre çalışabilir. Ancak ipler ve ağır, hantal giysi yüzünden bu donanım, yalnızca batık bir gemi gibi sabit işlerde elverişlidir.

Kuru bağımsız dalgıç donanımı: Bunlar palet, maske ve su ciğeriyle birlikte kullanılır. Giysi, altına başka şeyler de giyilebilmesi için bol yapılır. Kauçuk ya da neoprendendir (aşınmaya daha dayanıklı bir yapay kauçuk türü), bazen kumaşla takviye

---

«Derin su uzay giysisinin» iki resmi. Giysi 305 m derinlikteki basınca dayanacak biçimde hazırlanmıştır, Dalgıç normal atmosfer basıncında hava solur. Sırtında 20 saatlik oksijen tüpü bulunur. Başlıkta, dalgıcın çevresini görebilmesi için dört pencere vardır. Yuvarlak kolların ucundaki parmaklar birer kolla hareket ettirilir. JİM adı verilen donanımın boyu 22 metredir ve magnezyum alaşımından yapılmıştır. (altta)

edilir. Boyun ve bileklerde sugeçirmez katlar vardır. Aynı amaçla, alt ve üst bölümlerin birleştiği yerde, sugeçirmez bir kuşak bulunur. Pantolon, ayakları da kaplar (bazı kuru giysilerde beldeki ek yeri yoktur. Bunlar boyun bölümünden giyilip çıkartılır).

Dalgıç giyindiği zaman, içine giydiği giysilerin arasında bir miktar hava kalır. Bu hava, dalmayı olumsuz yönde etkiler. Ö, yüzden, bilekteki sugeçirmez katın altına parmak sokularak, giysi aralanır ve yalnızca eller suyun üstünde kalacak biçimde suyun içine girilir. Bu durumda su basıncı, giysi içindeki havayı dışarı atar. Bazı giysilerde, bunu otomatik larak yapan bir supap vardır.

Söz konusu dalgıç elbisesinin sakıncalı yanlarından biri, dalgıç derine indikçe, içerde kalan havanın, su basıncının etkisiyle sıkışmasıdır. Havanın hacmi azaldıkça, giysi bedene daha çok yapışır ve dalgıcı sıkıştırarak serbestçe hareket etmesini engeller. Bazen, giysinin kat ve dikiş yerleri, dalgıcın bedeninde derin izler bırakacak kadar baskı yapar. Bu yüzden kuru giysi, ıslak giysiden daha az kullanılır: Yalnızca çok soğuk ve çok kirli (dalgıcı sudaki kirlerden koruma amacıyla yüzün tümünü kaplayan maskeyle dalınan) sularda. Kirli sulara dalındığı zaman, giysi dalgıcın üstündeyken mikroptan arındırılır.

Islak bağımsız dalgıç donanımı: Islak giysi, çoğunlukla köpük neoprenden yapılır. Bedene iyice yapışır ve sugeçirmez olması gerekmez. İçine giren su, dalgıcın beden sıcaklığıyla hemen ısınır. Hattâ, başlangıçta giysinin içine sıcak su da konulabilir. İçinde milyonlarca minik hava kabarcığı bulunduran köpük, yalıtkan bir tabaka işlevi görür.

Islak giysinin başlıca sakıncası, hava kabarcıklarının dalgıcın ağırlığını azaltmasıdır. Bu yüzden balıkadamlar, dibe inmeyi kolaylaştıran ağır kemerler takarlar. Sığ sularda bu sorun yaratmaz. Ama derine dalındığı zaman, suyun basıncı hava kabarcıklarını iyice sıkıştırır ve hem dalgıcı kaldıran kuvvet, hem de ısı yalıtımı azalır. Yüzeyde batmadan yüzebilen dalgıç, derinde ağırlaşır (ağırlık kemerine hemen çözülebilen bir düzenek takılmasının nedeni budur). Deneyimli dalgıçlar, bu değişikliğe alışırlar ve yukarı dönmek, dibe dalmaktan daha zor olduğu halde, paletleriyle kendilerini oldukça büyük bir güçle itebilirler.

Ağırlaşmaya karşı, özellikle uzun süre sualtında kalıp ağırlaşma yüzünden yorulan dalgıçları rahatlatmak için, bazı yöntemler geliştirilmiştir. Bunların en yalını, ayarlanabilir can yeleğidir. Bu, üstüne sıkıştırılmış hava tüpü bağlanmış bir torbadır. Dalgıç derine indikçe, kaldırma kuvvetini artırmak için, torbaya daha çok hava doldurur. Yukarı dönerken, hava otomatik olarak ya da elle açılarak boşaltılır. Daha gelişmiş bir yöntemdeyse, alışılmış köpük kabarcıkları yerine milyonlarca minik, hava dolu cam kürecik kullanılır. Cam küreciklerin içindeki hava sıkışmaz ve dalgıcın ağırlığı ile yalıtkan tabaka böylece değişmez kalır. Kuşkusuz bu tür giysiler çok daha pahalıdır.

DALTON, JOHN (1766-1844)

Hem bir kimyacı, hem de bir meteorolog olan John Dalton, bilim dünyasında atom kuramıyla ve basınç altındaki gazların özelliklerini açıklayan gaz kuramlarıyla tanınır (Bk. GAZ YASALARI). Birbirinden tümüyle ayrı gibi görünen bu iki bilim dalına, Dalton METEOROLOJİ tutkusu yüzünden ilgi duymuştur.

Dalton 6 Eylül 1766'da doğdu. Babası Cumberland yakınlarındaki Eaglesfield kasabasında yün dokumacılığı yapmaktaydı. On iki yaşına kadar okula giden Dalton, sonra kendi açtığı okulda öğretmenlik yapmaya başladı ve öğretmenliği Kendal'daki bir okulda sürdürdü.

Dalton'a ilk meteoroloji sevgisini, Elihu Robinson adlı bir öğretmen aşılamıştır. 1787'den ölünceye kadar bir meteoroloji günlüğü tutan Dalton, 1793'te Kendal'dan ayrıldıktan kısa bir süre sonra, bir meteoroloji kitabı yayımladı. Aynı yıl Manchester'daki New College'e öğretim görevlisi olarak atandı ve orada 6 yıl kaldı. Manchester'a yerleştikten hemen sonra, günümüzde «daltonizm» ya da «renkkörlüğü» adı verilen görme kusurunu anlatan bir yazı yayımladı.

Resimde Dalton'un atom tablosu görülmektedir. Bu tablo, bugünkülere uymasa da çok iyi bir başlangıçtı.

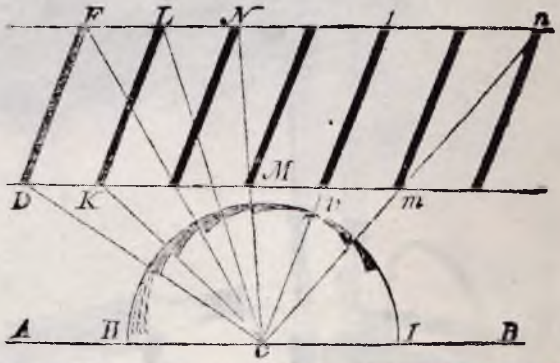
Bu, söz konusu görme bozukluğuna ilişkin ilk geniş kapsamlı yapıttı ve büyük ilgi topladı. Dalton'un kendinde de renkkörlüğü vardı. Yeşil yaprakları kırmızı, mavi gökyüzünü ise pembe olarak algılıyordu.

1800 yılında New College'deki görevinden ayrılıp kendisini araştırmalarına verdi. Geçimini ise özel derslerden sağlıyordu. Meteorolojiye olan ilgisi onu, su ve gaz üstüne deneyler yapmağa yöneltti. 1801'de, sonraları başkanı olduğu (1817) Manchester Edebiyat ve Felsefe Derneği'nde çeşitli konferanslar verdi. Bunlardan birinde kısmi basınçlar yasasını açıkladı: Bir karışımı oluşturan gazlardan birinin basıncı, o gazın aynı sıcaklıkta, aynı hacmi doldurduğunda oluşturacağı basınç değerine eşittir. Bu kısmi basınçların toplamı da, karışımın basıncını verir. Dalton, havadaki nem miktarını ölçen bir NEMÖLÇER (higrometre) yaptı. Havanın bir tek bileşenden oluşmadığını, su buharı ve benzerlerinden oluşan çeşitli gaz karışımları içerdiğini öne sürdü.

1803'te, tuttuğu notlar arasına, atom ağırlıklarını sıralayan bir listeyi ekledi. Bunun ardından atom kuramını açıkladı (Dalton'un bu sonuçlara nasıl vardığı, sonradan uzun tartışmalara konu olmuştur; atomsal kurama ulaşmasını gazların çözülebilme özelliğinin sağladığı sanılır. Dalton'un notları ve ötekı yazıları, İkinci Dünya savaşı sırasında bütünüyle yok olmuş, ama o zamana kadar çok iyi incelenmiştir). Kuramını doğrudan yayımlamadı, önce kimyacı Thomas Thomson'a açıkladı. Thomson bir kitabında bu konudan söz etti. Ertesi yıl Dalton, atom kuramını, kendi bulduğu kimyasal simgeleri kullanarak *A New System of Chemical Philosophy* (Kimya Felsefesinde Yeni Bir Sistem [1808]) adlı kitabında tanımladı. Bu kuramın başlıca önermeleri şunlardır: Madde, bölünmeyen atomlardan yapılmıştır; bilinen bir elementin bütün atomlarının ağırlığı ve özelliği aynıdır; farklı elementlerin atom ağırlıkları da farklıdır; atomlar yok edilemez, ancak kimyasal tepkimelerle yeni düzenlemelere geçerler.

Bu kuram Dalton'u üne kavuşturdu. Tanınmış pek çok bilim merkezine konferansçı olarak çağrıldı. Paris'e gittiğinde ünlü bilim adamlarınca karşılandı ve kendisine elektromagnetik olayı gösteren AMPÈRE'in aygıtı tanıtıldı. 1822'de Krallık Akademisi'ne üye seçildi. Daha sonra da akademinin ilk altın madalyasını kazandı. 1830'da Fransız Bilim Akademisi, Dalton'u fahri üyeliğe seçti.

Üne kavuşmasına karşın Dalton'un günlük yaşamı değişmedi. Kimya ve meteoroloji konularındaki çalışmalarının yanı sıra, meteoroloji kitabını yeniden yayımladı. Yaşamının ilk ciddi hastalığını 1837'



Dalton'un hazırladığı, Kutup ışıklarının eğri görünmesinin dünyanın yuvarlaklığından ileri geldiğini gösteren çizim. Kutup ışıkları, atmosferde 100 - 800 km yükseklikler arasında, taneciklerin çarpışmasından ötürü oluşan parlak sarı-yeşil ışıklı arklardır. (sağda)

Bu tabloda Dalton, bir çocuğun ters tuttuğu kavanoza metan gazı doldurmak için gölün dibini karıştırırken görülmektedir. Bu gaz, bitkilerin çürümesiyle oluşur ve yanıcıdır. (altta)

de geçirdi ve felç oldu. 1844 Mayısında beyin kanaması geçirdi ve 27 Temmuz günü yatağında ölü bulundu. O gün bile, defterine günlük hava durumuna ilişkin birkaç satır yazmıştı.

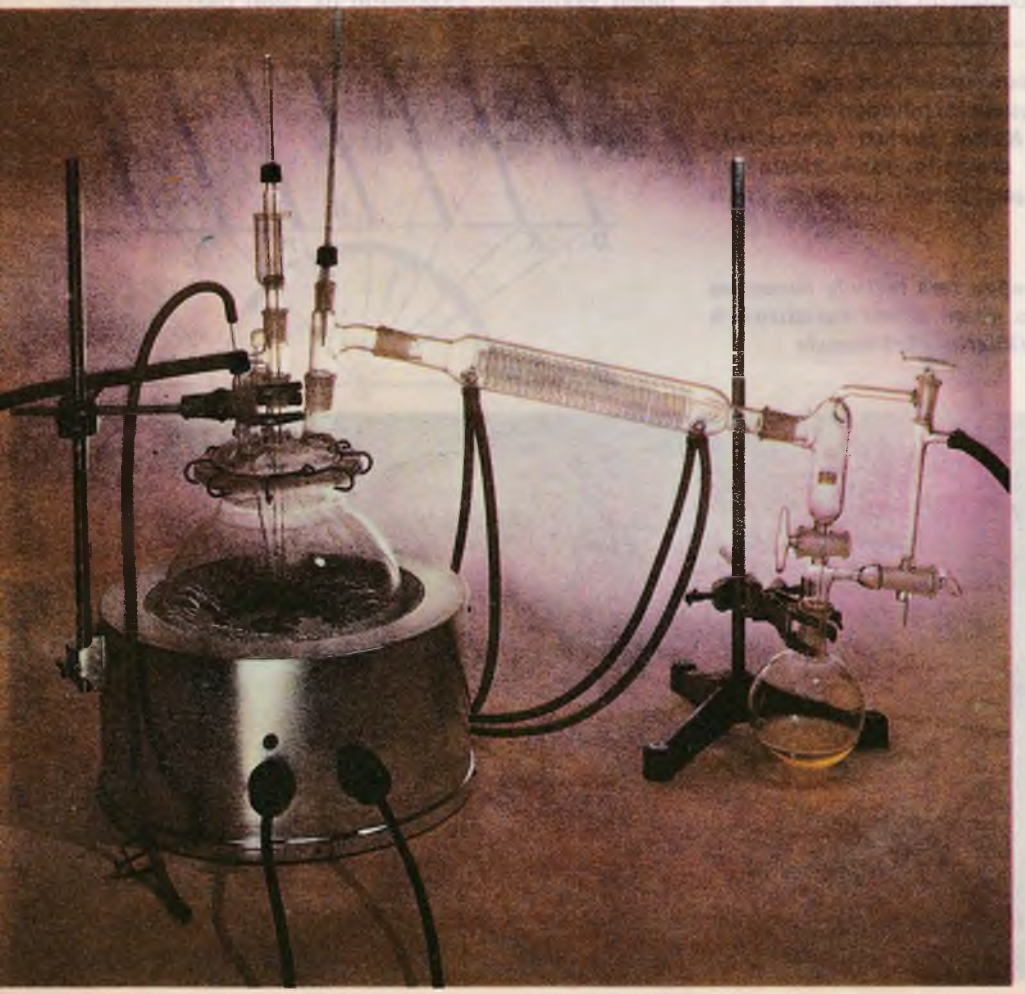
Dalton, parlak bir zekası olmadığını, başarılarını inatçılığına borçlu olduğunu ileri sürerdi. Okuldaki durumuna bakılırsa bu doğru olabilir. 140 makale yayımladı, ancak bunlardan çok azı bugün anımsanmaktadır; bunlar arasında atom kuramı, tam bir başarıdır: 1800'lerde kimyasal tepkimelerle ilgili sayısız kural vardı. Oysa atom kuramı, çok yakın ilkelerle bunların tümünü açıklığa kavuşturmuş ve yenilerinin bulunmasını sağlamıştır.

DAMITMA

Damıtma işlemi, petrol, bazı içkiler, içme suyu (Bk. TUZ GİDERME), ince yağlar ve oksijen elde edilmesinde önemli bir rol oynar. Hem endüstride, hem de araştırma laboratuvarlarında yaygın olarak kullanılan ayırma yöntemlerinden biridir.

Damıtma, buharlaştırmaya çok benzer. İki işlem de, yüzeyden kurtulup kaçan moleküllerin buhar ya da gaz oluşturmalarına bağlıdır. Buharlaştırmada, buhar dağıldıktan sonra geride kalan maddeler toplanır. Damıtmada ise, ortaya çıkan buhar soğutulur ve bir sıvı halinde yoğunlaştırılıp toplanır. Bir sıvının buhara dönüşme eğilimine, *buhar basıncı* denir. Bu özellik sıcaklığa bağlıdır. Sıvıdaki moleküller, buhar oluşturmak için yüzeyden dağılır. Dağılma düzeyi, moleküllerarası çekimin şiddeti ile molekülün kütlesi ve hızına bağlıdır. Sıcaklık arttıkça, sıvıdaki moleküllerin ortalama hızları da artacaktır. Kaynama derecesine kadar ısıtılan sıvıda, yeterli sayıda molekül, moleküllerarası kuvvetleri yenecek yükseklikte hız kazanır ve sıvıda buhar kabarcıkları oluşur; başka bir deyişle, sıvı kaynar. Kaynama noktasında, sıvının buhar basıncı, çevresindeki havanın basıncına, yani atmosfer basıncına eşittir. Kaynama noktasının altındaki sıcaklıklarda, yalnızca yüzeydeki birkaç molekül kaçabilir. Ötekiler, komşu moleküllerle çarpışarak, enerji yitirir; ortalama hızlarıysa, kaynamayı gerçekleştirebilecek düzeyde değildir.

Laboratuvarda yapılan damıtma işlemini düşük basınçta yürütmek için kullanılan, modern cam aygıt. İmbik, elektrikle ısıtılır. (altta solda)
Tipik bir İskoç viskisi damıtma birimi. Malt viskisi iki kez damıtılır. (altta sağda)



Tarihçe: Damıtma işlemine ilişkin ilk bilgiye, Aristoteles'in (İ.Ö. 384-322) bir yapıtında raslanır. Aristoteles, deniz suyundan içme suyu elde edilişini anlatmıştır. Romalılar ve İskenderiyeliler, çam ağacı reçinesinden terebentini, damıtarak ayırmışlardır. Bu işlemler, en uçucu bileşenlerin kaçmasını sağlayan ve kaynama kabından çıkan hava soğutmalı yoğunlaştırma kolları kullanılarak yapılmıştır. Suyla soğutulmuş yoğunlaştırıcıyı ilk kez Araplar'ın kullandığı sanılmaktadır. Araplar bu yöntemden yararlanarak, bitki özlerini damıtıp çeşitli uçucu yağları (tat verici ve parfüm olarak kullanılan doğal bitki yağlarını) buldular. Daha sonra da simyacılar, *imbik* denilen aygıtla, oldukça arı nitrik asit ve başka mineral asitleri hazırlamayı başardılar.

Damıtma yöntemiyle alkollü içki yapımının kökeni, eski çağlara dayanır. XII. yüzyılın başlarında, İtalya'da bulunduğu sanılan damıtılmış alkol, önceleri ilaç olarak kullanıldı. Eski eczacıların ve manastırların imbikleri vardı. Bunlarda damıtılmış alkole, bazen otlar ve baharatlar karıştırılırdı. Benedictine ve Chartreuse gibi likörler, bu tür eczacılık deneyleri sonucu geliştirildi. Damıtma yöntemiyle ayrıca, şaraptan konyak, mayalanmış arpa tanesi ezmesinden viski, mayalanmış şeker kamışından rom, çavdar ya da patatesten votka, çeşitli kaynaklardan gelen şarabın ardıç meyvesiyle tatlandırılmasından da cin yapıldı. 1800'lerin başına doğru, günümüzde kullanılanlara benzer büyük çaplı damıtma birimleri geliştirildi.

Doğrudan damıtma: Bir damıtma aygıtı için en yalın düzenleme, sıvının ısıtıldığı bir imbik ile buharı yoğunlaştıran ve sıvıyı özel bir bölmeye alan bir yoğunlaştırıcıdan oluşur. Ancak, bu tür yalın aygıtlar, yalnızca bir sıvıyı katıdan ya da farklı kaynama noktaları olan sıvıları birbirinden ayırmak için kullanılır. Yalın damıtmadan, Kuveyt'te, deniz suyundan içme suyu elde etmede de yararlanılır. Bu işlem için gerekli yakıt, söz konusu bölgeye ucuz bir kaynaktan, yani yöredeki petrol yataklarından sağlanır.

Laboratuvarda genellikle, Liebig yoğunlaştırıcısı adı verilen, camdan yapılmış yoğunlaştırıcılar kullanılır. Bu, içinden sürekli soğuk su geçen, çember biçimli bir su ceketiyle çevrili, uzun bir borudur.

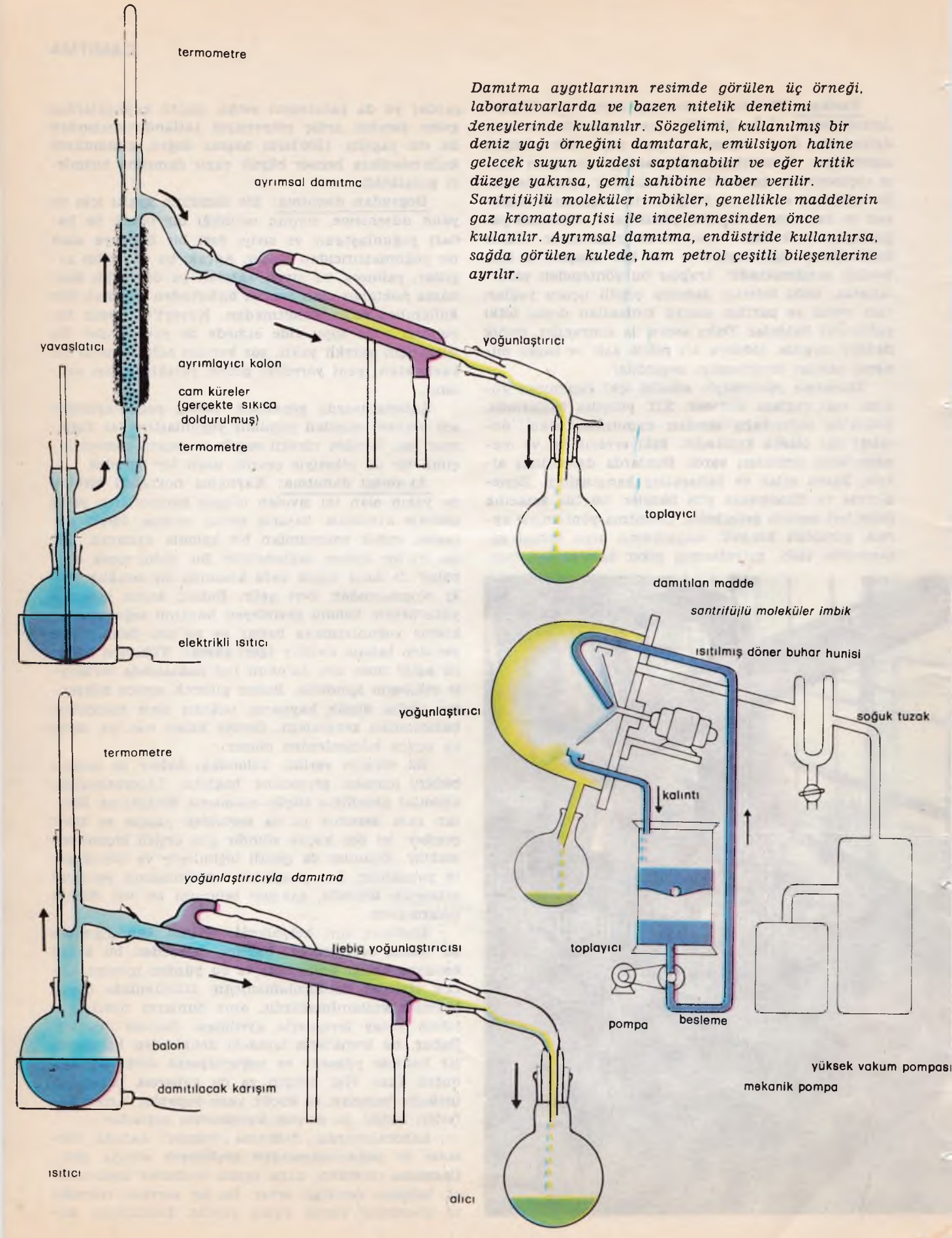
Ayrımsal damıtma: Kaynama noktaları birbirine yakın olan iki sıvıdan oluşan karışımların yalın imbikle ayrılması, başarılı sonuç vermez. İmbik kafasını, imbik balonundan bir kolonla ayırarak, daha iyi bir ayırım sağlanabilir. Bu, daha sıcak olan balon ile daha soğuk kafa arasında bir sıcaklık farkı oluşmasından ileri gelir. Buhar, kolon boyunca yükselirken, kolonu çevreleyen havanın soğutucu etkisiyle yoğunlaşmaya başlar ve bu sıvı daha sonra yeniden balona damlar (geri akma). Yükselen buhar ile aşağı inen sıvı, ko'onun her noktasında birbiriyle etkileşim içindedir. Buhar giderek, uçucu bileşenler (daha düşük kaynama noktası olan maddeler) bakımından zenginleşir. Geriye kalan sıvı ise, daha az uçucu bileşenlerden oluşur.

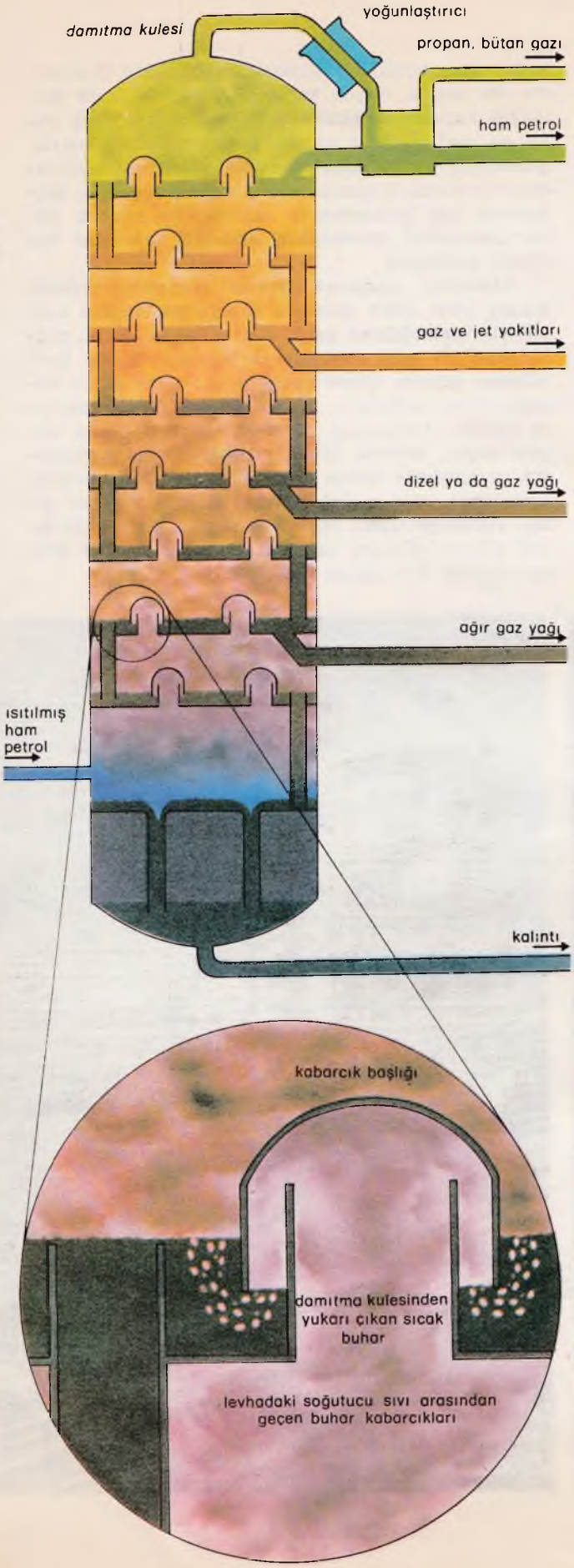
Bu sürecin verimi, kolondaki buhar ile sıvının birbiri içinden geçmesine bağlıdır. Laboratuvarda, kolonlar genellikle küçük cisimlerle doldurulur. Bunlar, cam, seramik ya da metalden yapılır ve küre, çember, içi boş küçük silindir gibi çeşitli biçimlerde olabilir. Kolonlar da çeşitli biçimlerde ve büyüklükte yapılabilir. Amaç, ayrımsal damıtmanın verimini artıracak biçimde, gaz-sıvı temasını en üst düzeye çıkarmaktır.

Endüstri tipi kolonlarda, sıvının kendiliğinden bir kanal oluşturarak, buhara değmeden bu kanal boyunca aktığı anlaşılmış ve bu yüzden içlerine küçük cisimler doldurulamamıştır. Günümüzde çeşitli biçimler kullanılmaktadır, ama bunların tümü, kolonun yatay levhalarla ayrılması ilkesine dayanır. Buhar, bu levhaların içindeki deliklerden kabarcıklar halinde yükselir ve yoğunlaşarak öteki levhaya doğru akar. Her deliğin ya da kabarcık başlığının üstünde bulunan ve küçük yassı supaplar içeren kafesler, buhar ile sıvının karışmasını sağlarlar.

Laboratuvarda, damıtma ürünleri kafada toplanır ve yoğunlaştırıcıdan geçirilerek alıcıya gelir. Damıtma sürerken, daha uçucu maddeler toplandıkça, kafanın sıcaklığı artar. Bu bir süreksiz işlemdir ve genellikle küçük çapta yapılır. Endüstride, da-

Damıtma aygıtlarının resimde görülen üç örneği, laboratuvarlarda ve bazen nitelik denetimi deneylerinde kullanılır. Sözgelimi, kullanılmış bir deniz yağı örneğini damıtarak, emülsiyon haline gelecek suyun yüzdesi saptanabilir ve eğer kritik düzeye yakınsa, gemi sahibine haber verilir. Santrifüjlü moleküler imbikler, genellikle maddelerin gaz kromatografisi ile incelenmesinden önce kullanılır. Ayrımsal damıtma, endüstride kullanılırsa, sağda görülen kulede, ham petrol çeşitli bileşenlerine ayrılır.





mıtmanın sürekli olması gerekir. PETROL endüstrisinde, ham petrolden çeşitli ürünleri ayırmak için, ayrımsal damıtmadan yararlanılır.

Kolonun yukarı doğru yaklaşık üçte birine ham petrol doldurulur. Dipte, kalıntının ısıtılmasıyla buhar oluşur ve tepeden bir «geri akma», yoğunlaşan buharın bir bölümünü geri verir. Kolonun tümü dengeye kavuşur kavuşmaz, çeşitli yüksekliklerdeki çıkış vanalarından, sıvılar alınır. En üstteki çıkışta, en uçucu bileşenler, gazlar, ham benzin ve ham motorin, kolonun ortasında gaz yağı, en dibinde ise fuel-oil vardır. Kalıntıdan ise, genellikle vakumda damıtılarak, makina yağları elde edilir. Farklı bileşenlerin toplanıp karıştırılmasıyla, son ürünler oluşturulur.

Ayrımsal damıtmayla sıvılaştırılmış havadan, yalnızca oksijen ve azot değil, argon, neon, kripton, ksenon gibi asal gazlar da ticari miktarlarda üretilebilir.

Sıvıların ayrılmasında ortaya çıkan bir sorun, *azeotrop* denilen ve değişmez kaynama noktaları olan karışımların oluşmasıdır. Bu karışımlar (kaynama noktaları, bileşenlerinden herhangi birinin kaynama noktasından daha düşük ya da yüksektir), bileşimlerinde hiç bir değişiklik olmadan damıtılır. Damıtılmış alkol (ispirto), yüzde 95 etil alkol ve yüzde 5 sudan oluşmuş bir azeotrop örneğidir. Arı alkol elde edebilmek için, üçüncü bir bileşen, yani su ile birlikte damıtılarak, susuz alkolü geride bırakan benzen katılmalıdır.

Su buharı ile damıtma: Bu yöntem, su ile karışmayan, 100°C'ta (suyun kaynama noktası) fark edilebilir buhar basınçları olan ve kendi kaynama noktalarının üstünde ayrışma ya da yükseltgenme eğilimi gösteren organik bileşikler için kullanılır. Anilin bunun iyi bilinen bir örneğidir. Organik madde ve su tabakalarından buhar geçirilerek, karışım kaynatılır. Ardından, aşağı yukarı buhar basınçlarıyla orantılı olarak damıtılır.Arılaşan organik tabaka sonra ayrılır.

Düşük basınçta damıtma: Büyük moleküllerden oluşmuş bileşikler, genellikle yüksek sıcaklıklarda kaynar. Ancak, bunlar, 350°C'tan yüksek sıcaklıklarda ayrışma eğilimindedir.

Aşırı ısıdan kaçınmanın bir yolu, su buharıyla damıtma, bir başka yoluysa, aygıttaki basıncı, dolayısıyle de maddenin kaynama noktasını düşürmektir. Böylece, kaynama noktası yüksek olan maddelerin, ayrışmadan damıtılması sağlanabilir. Sistemin tümü atmosfere kapalıdır ve basınç bir boşaltma pompasıyla düşürülür. Laboratuvar deneyleri için 10^{-6} mm cıva basıncına kadar (atmosfer basıncı 760 mm'dir) düşük basınçlar kullanılır.

Düşük basınç ya da genellikle anıldığı gibi *vakumla damıtmadan*, ağdalılığı yüksek olan yağların üretiminde ve ham petrolün ayrımlanmasında oluşan kalıntının damıtılmasında yararlanılır. Petrol kalıntısı, yolları asfaltlamada kullanılan BİTÜM'dür (asfalt). Vakumla damıtma, pamuk tohumu ve soya fasulyesi gibi bitkilerin yağlarını kötü kokulardan arıtmak ve böylece yenilebilecek niteliğe getirmek

için kullanılır.

Moleküler damıtma: Isıya aşırı derecede duyarlı, normal kaynama noktalarına kadar ısıtılmayan ya da havada oksijenle birlikte ısıtıldıklarında hemen yükseltgenen maddelerin söz konusu olduğu durumlarda, genellikle moleküler damıtma işlemine başvurulur. 0,001 mm cıva basıncında ya da daha düşük basınçlarda, bu tür damıtma, düşük sıcaklıklarda yürütülebilir. Molekül ağırlığı 500'den 1 000'e kadar olan bileşikleri damıtmada özellikle elverişlidir. Bu aralık, birçok karmaşık, doğal organik molekülü kapsar. Moleküler damıtma, sıvının, çok yakınına yerleştirilmiş alıcıya doğru buharlaşmasıyla gerçekleşir ve yalnızca molekülün, sıvının yüzeyinden kurtularak yoğunlaştırıcı yüzeye çarpmasını sağlayacak hızı kazanmasına bağlıdır. Bu yüzden, buhar basıncının, çevresindeki atmosfer basıncına eşit olması gerekmez.

Moleküler damıtma, sıvının içinden (ötekilerde olduğu gibi) değil, yalnızca yüzeyinden olduğu için, yüzeyin olabildiğince geniş olması istenir. Bunu sağlamanın bir yolu, damıtılacak maddeyi kubbe biçimindeki odanın içinde bulunan sıcak, döner bir koninin içine vermektir. Bu bölme çok düşük basınçta tutulur. Merkezkaç kuvvetler, karışımı sıcak yüzeye yayar. Böylece uçucu maddeler hızla buharlaşıp, soğutulmuş kubbe biçimindeki yoğunlaştırıcıda toplanarak, alıcıya doğru akar. Kalıntı yeniden girişe verilebilir. Isıya duyarlı herhangi bir madde, sıcak yüzeye yalnızca çok kısa bir süre değdiği için, bu yöntem, son derece verimlidir.

XVI. yüzyılın başlarında bir ayrımsal damıtma örneği. Alttaki imbikler, ressamın alevlerle gösterdiği sıcak küllerle ısıtılırdı. Buhar, birbirine kenetlenmiş soğutucu borulardan oluşan ve su kulesinin, içinden dışına doğru girip çıkan bir sistemden geçtikten sonra, yukardaki alıcılara varmadan hava ve suyla soğutulurdu.(altta solda)

Bu modern rafineride, 64 m'lik bir ham petrol damıtma kolonu vardır.(altta sağda)

DAVY, SİR HUMPHRY (1778-1829)

Sir Humphry Davy çok gençken birçok buluş yapan, çok zeki ve çalışkan bir bilim adamıydı. Günümüzde hâlâ kullanılmakta olan madenci emniyet lambasını yaptı ve sodyum, potasyum, bor kimyasal elementlerini buldu.

Davy, Cornwall'da Penzance kasabasında doğdu. Zengin bir köylü ailesinin en büyük oğluydu. Çok küçük yaşlarda keskin zekasını ve doğaya karşı büyük sevgisini gösterdi. Önceleri şiirle ilgilenirken daha sonra bilime yöneldi. Bu konulardaki temel bilgileri yüzeyseldi; ama XVIII. yüzyıl sonlarında bu eksiklik, günümüzdeki kadar önemli bir sakınca doğurmuyordu. Hattâ söz konusu durum, daha iyi eğitim görmüş herhangi bir kişinin düşünmeden inanabileceği kuramları, Davy'nin kendi zihninde tartmasına olanak sağladı.

1797'de, daha yaşlı bir bilim adamı olan Davies Gilbert'le tanıştı. Gilbert, Davy'ye Clifton'daki (Bristol) Tıbbi Pnömatik Enstitüsü'nde iş buldu. Bu enstitü, çeşitli gazların sağlık üstündeki etkilerini incelemek için kurulmuş bir kurumdu. Davy, daha kuruluşa girmeden önce, diazot monoksit ya da güldürücü gazı (sonraları ilk uyuşturucu gaz olarak kullanıldı) incelemiş ve hem kendi, hem de arkadaşları üstünde deneyler yapmak istemişti Buna razı olanlar arasında Coleridge ve Southey adlı ozanlar da vardı.

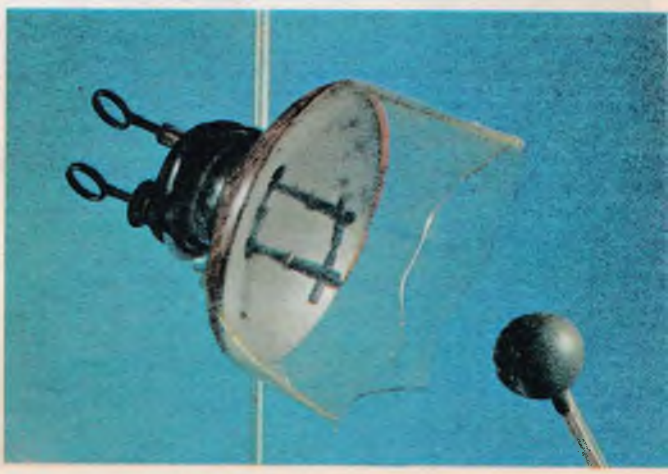
İlk başarı: Amonyakla da deneyler yapan Davy, kızıl kömür üstünden buhar geçirilerek elde edilen ve karbon monoksit ile hidrojen gazı karışımı olan su gazını soluması yüzünden, ölüm tehlikesi geçirdi. 1800'de, ilk önemli yapıtı olan ve deneylerini anlatan *Researches, Chemical and Philosophical* (Araştırmalar, Kimyasal ve Felsefi) adlı kitabını yayımladı. Kitap, hem başarı kazandı, hem de Davy'nin bilim çevrelerinde tanınmasını sağladı.

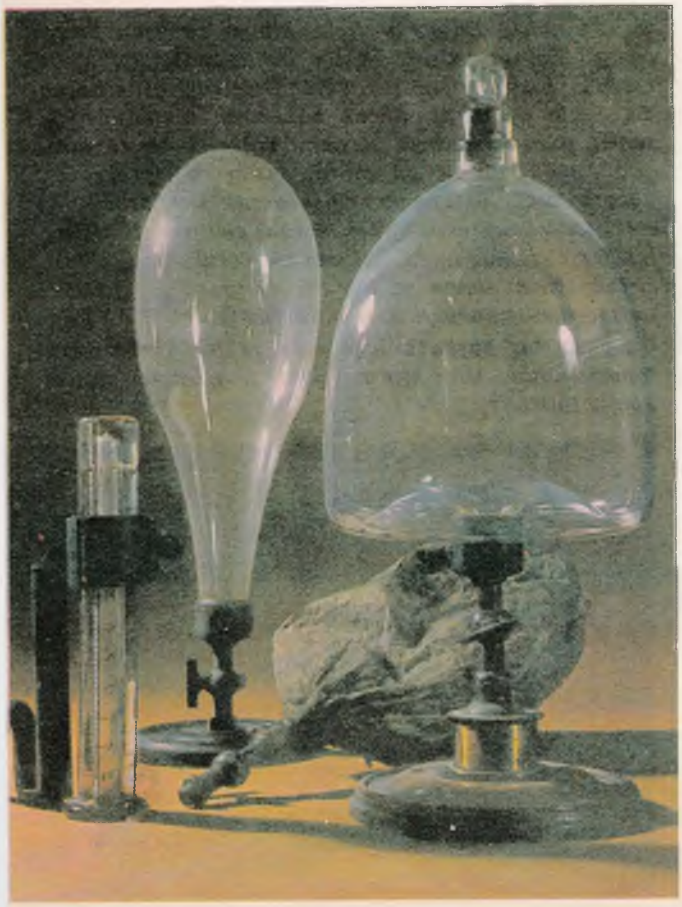
Henüz 21 yaşındayken Davy, Londra'daki Krallık Enstitüsü'nde ders vermeye başladı. İyi bir konuşmacı olan Davy'nin çeşitli konulardaki konferansları zengin ve ünlü kişilerce izlendi. O sırada, elektrik pilleri ve deri sepileme (tabaklama) yöntemleri gibi çok farklı konularla ilgilenmekteydi.

1803'te, Krallık Akademisi'ne üye seçildi. 1805'te Copley madalyası kazandı, 1807'de Krallık Akademisi'nin genel sekreteri oldu. Bu arada, ELEKTROLİZ üstüne araştırması, sodyum ve potasyumu (her ikisini de 1807'de), potasyumla ilgili deneyleri de başka bir element olan bor'u bulmasını sağladı. 1808 yılında, günümüzde hâlâ kaynak işlerinde kullanılan elektrik arkını geliştirdi. Hidroklorik asitin kimyasal bileşimini ve KLOR elementine ilişkin çeşitli önemli gerçekleri buldu. Aynı zamanda 1813'te *Elements of Agricultural Chemistry* (Tarım Kimyasının Elemanları) adındaki kitabının yayımlanmasına yolaçan tarımla ilgili araştırmalarını sürdürmekteydi. Bu kitap yılarca bu konudaki tek çalışma oldu. Bundan bir yıl önce yayımladığı *Elements of Chemical Philosophy* (Kimyasal Felsefenin Elemanları) adlı kitapsa, kimyanın tümünü kapsayacak bir dizinin ilki ola-

Sir Humphry Davy'nin fizik, kimya ve tıpta birçok önemli buluşu vardır. Babası bir zanaatçıydı ve Davy'yi klasikler ve şiir üstüne ilgisini geliştireceği bir okula gönderdi Ancak, babasının ölümünden sonra, para kazanmak zorunda kaldı ve bir cerrahın çırağı oldu. Birkaç yıl sonra, gazlar ve tıptaki uygulamaları üstüne deneyler yaptı. Dikkatini elektrokimyaya çevirdikten sonra, elektrolizle ilgili incelemeleri sırasında sodyum ve potasyum elementlerini buldu ve klor ile iyotun tanımlanmasına yardımcı oldu. (üstte)

Davy'nin bir başka buluşu olan ve bir karbon ark lambasından çıkan ışınımı ölçmeye yarayan ışınım aygıtı. (altta)





Davy, maden ocaklarındaki patlamalarla ilgili ilk sistemli çalışmayı yürütmüş ve sonuçta madenci emniyet lambasını bulmuştur. (solda üstte)
Davy'nin gaz çözümlemesi için geliştirdiği aygıt. İlk çalışmaları diazot monoksit gibi gazlar üstüneydi. (solda altta)

caktı; ancak bu, çok geniş kapsamlı bir işti ve bu yoldaki çalışmalarını daha ileri götüremedi.

Davy'nin yaşadığı yıllarda İngiltere ile Fransa savaş halindeydi; buna karşın, İnstitut de France ona 1906'da Bonaparte ödülünü verdi. 1812'de de şövalyelik ünvanı aldı.

Bundan kısa bir süre sonra evlendi ve Avrupa'daki savaşa karşın, eşiyle bir Avrupa gezisine çıktı. Yanına önce laboratuvar asistanı olarak işe alınan, ama sonra ünlü bir bilim adamı olan genç Michael FARADAY'ı da aldı. Gezisi sırasında klorlu bileşikleri inceledi ve iyot elementinin bulunuşuna yolaçan temel bilgileri sağlayan çalışmalar yaptı.

Davy, 1815'te İngiltere'ye döndüğü zaman, Kömür Ocaklarında Kazaları Önleme Derneği, onu kömür ocaklarındaki patlamaları ve alınacak önlemleri incelemekle görevlendirdi. Bu araştırmaları sonucu Davy, madenci emniyet lambasını geliştirdi. Tel kafesli bu lamba, alev ısısının dışarı çıkmasını önleyerek grizu patlamalarının ortaya çıkmasını engeller. Alev, patlayıcı bir gaz varlığında renk değiştirir. Bu lamba gaz araştırmalarında hâlâ gelişmiş donanımın yanı sıra kullanılmaktadır.

Madenci lambasını bulması Davy'ye Krallık Akademisi'nin altın madalyasını kazandırdı. Maden sahipleri ona değerli bir gümüş tabak takımı armağan etiler. Davy bu takımı satarak, kendi adını taşıyan bilimsel ödül için bir vakıf kurdu. 1818'de baronluğa yükseltildi, 1820'de Krallık Akademisi'ne başkan seçildi.

Daha sonra, Zooloji Derneği ve Regent's Park Hayvanat Bahçesi'nin kurulmasına yardımcı oldu ve tahtadan yapılmış gemilerin, bakır bölümleriyle ilgili korozyon sorunları üstüne araştırmalar yaptı. 1827'de Krallık Akademisi'ndeki başkanlığını eski arkadaşı Davies Gilbert'e devrederek, son bir Avrupa gezisine çıktı. 1828 - 1829 yıllarında İngiltere'yi kısa ziyareti dışında, ömrünün geri kalan bölümünü Avrupa'da geçirdi ve 1829'da Cenevre'de öldü.

DEBİÖLÇER Bk. AKIŞÖLÇER

DEBRİYAJ

Debriyaj, iki parçanın (genellikle tahrik millerinin) çalışırken bağlanıp ayrılmasını sağlayan bir aygıttır. Çoğunlukla motorlu araçlarda kullanılmakla birlikte, endüstri uygulamalarında kulanılan çeşitli debriyaj tipleri de vardır. Elektromagnetik, tek kuru

balatalı, birden çok kuru balatalı, birden çok yağlı balatalı, santrifüj ve kanatlı debriyajlar, debriyaj tiplerinden bazılarıdır.

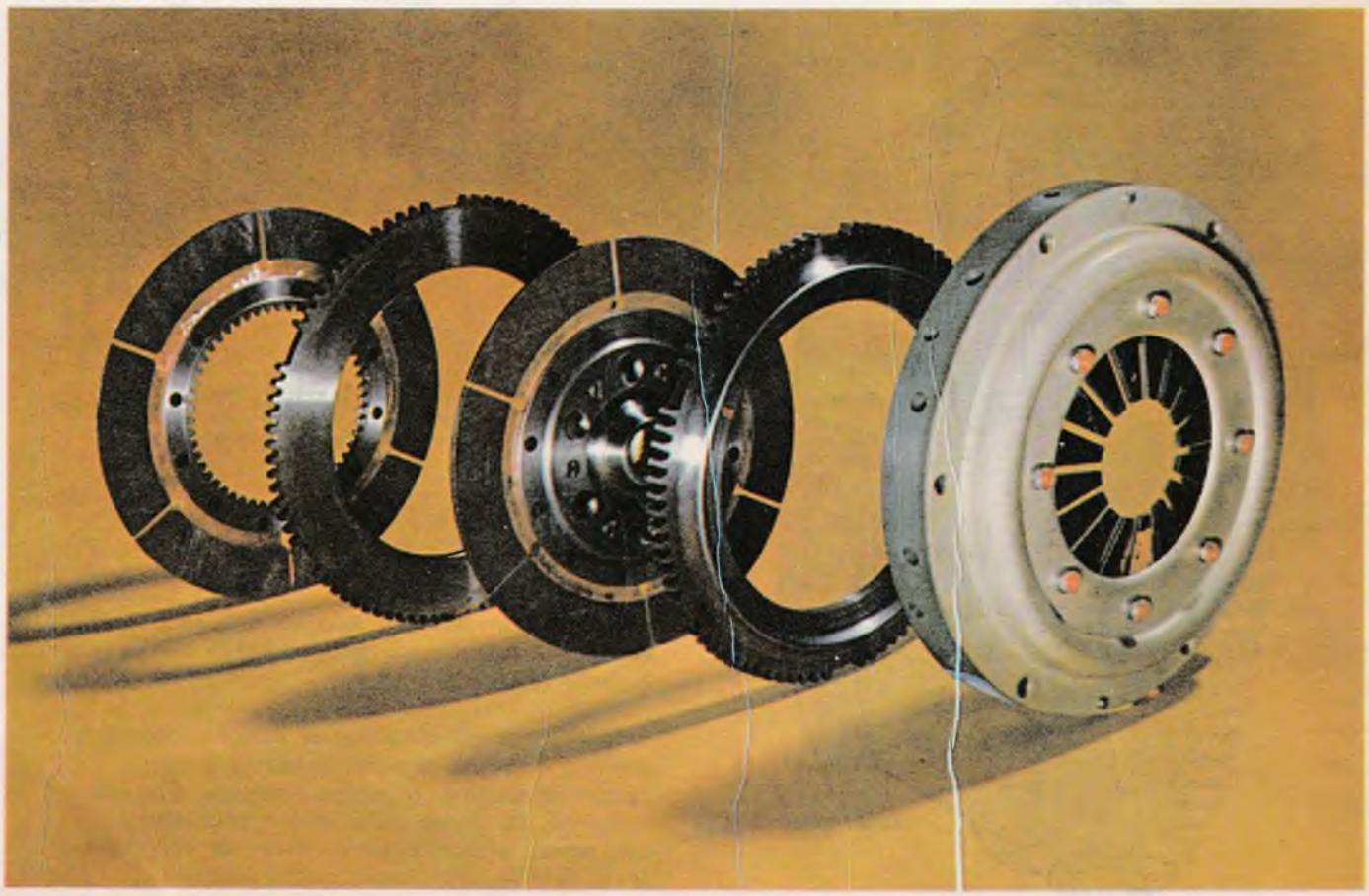
Motorlu araçlarda debriyajın görevi, vites değiştirirken motor ile tekerleklerin bağlantısını kesmek ve özelikle kalkışta önemli olan düzgün hızlanmayı sağlamaktır. Çeşitli tasarımlar kulanılmaktadır: Vites kolu ele çalıştırılan araçlarda tek kuru balatalı debriyaj; otomatik viteslerde kanatlı tip hidrolik kavrama, tork konverteri ya da santrifüj debriyaj.

Tek kuru balatalı debriyaj: Tek kuru balatalı debriyaj sisteminde, krank milinin çıkış ucuna, dökme demirden bir volan takılır. Volanın *debriyaj balatasına* dönük olan yüzü, aşınmayı önlemek için pürüzsüzdür. Debriyaj balatası 20 cm çapında, iki parçalı bir disktir. Balatanın ortası göbek dişlidir ve bu dişler, dişli kutusunun giriş milindeki dişlere geçer. Balatanın göbek dişli iç bölümü, dış sürtünme parçasına, «tampon» görevi yapan yaylarla bağlanır. Yaylar, ilk kalkış şokunun etkilerini azaltır. Diskin her iki yüzünde, dıştan 4 cm'lik bölüm, balata gereciyle kaplanmıştır. Balata gereci, hem sürtünme ve ısıya dayanıklı, hem de zor aşınan bir gereçtir ve diske perçinlenir. *Debriyaj mahfazası* balatayı volana doğru bastırmak için gereken gücü sağlayan birkaç sarmal yay ya da bir diyafram yayı ile bir baskı pabucu içeren, preslenmiş çelikten bir kutudur.

Debriyaj pedalına basıldığında, boşaltma kovanı hidrolik basıncın etkisiyle, debriyaj mahfazasının ortasına bastırarak, baskı pabucunu, debriyaj balatasından ayırır. Bu hareket sonucu debriyaj balatası, dönmekte olan volan ile debriyaj mahfazası arasında hareketsiz kalır. Bundan sonra vites seçilir ve debriyaj pedalının yavaşça boşaltılmasıyla, debriyaj balatası, volana kenetlenir. Böylece krank milinden dişli kutusuna doğrudan tahrik sağlanmış olur.

Kanatlı ve santrifüj debriyaj: Otomatik dişli kutularında sıvı tip debriyaj kullanılır. Kuru debriyaj sisteminde olduğu gibi, bütün parçaları içine alan büyük bir mahfaza, volana bağlanmıştır. İçinde tahrik kanatları bulunan mahfaza, dökümdendir. Dişli kutusu giriş miline bağlı olan bir başka büyük tekerleğin çevresinde de alıcı kanatlar vardır. Büyük tekerlek, iki bölümün birbirinden bağımsız olarak dönmesini sağlama amacıyla dış mahfazanın içine yerleştirilir. Aygıtın içi yağla doldurulup kapatılır. Volandaki tahrik kanatları hızlanarak döndükçe, yağdan oluşan burgaç hareketi, alıcı kanatları, yani

Formula 1 yarış otomobilerinde kullanılan Borg-Beck, çift balatalı yarış debriyajı. Güçlü motorlarda, bunların yüksek momentlerini, düzgün biçimde ve mekanik bir arıza çıkarmadan iletebilme amacıyla, normal arabalarda kullanılan tek balatalı sistem yerine, çift balata kullanılır.

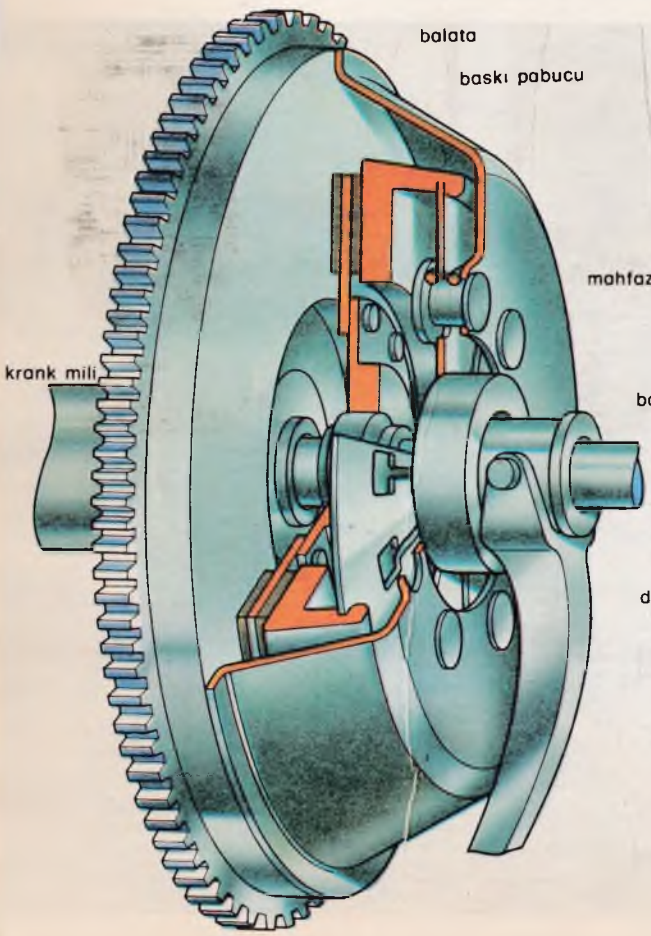


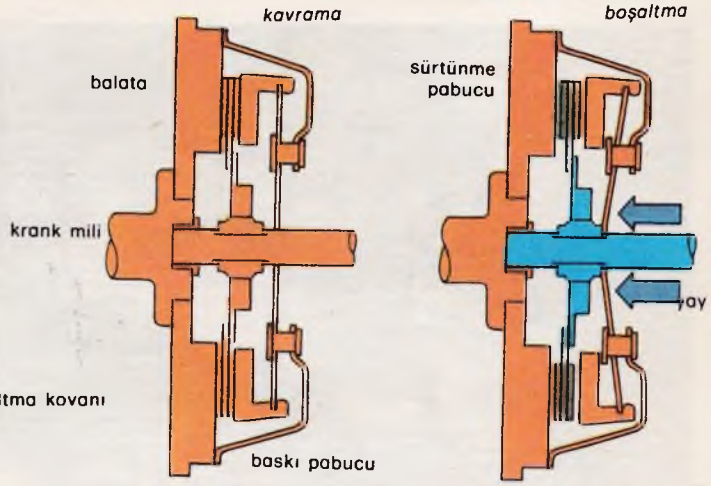
tekerleği döndürür. Bu hareket sonucu volandan dişli kutusuna, yağ aracılığıyla güç iletilmiş olur. Söz konusu düzenek, motor rölantideyken (en düşük çalışma rejimindeyken) aracın hareketsiz kalmasını sağlar; ama gaza basılınca, yağda burgaç hareketi ortaya çıkar ve sarsıntısız bir kalkış sağlanmış olur. Otomatik olma kolaylığının yanı sıra, bu sistemde, çok sayıda hareketli parçaya da gerek yoktur. Yalnız, yağ belli aralarla değiştirilmelidir.

Santrifüj debriyajlarda, kollarla volana tutturulmuş 'ağırlık'lar vardır. Volanın hızı artınca bu ağırlıklar merkezden dışarı doğru savrularak, güç kaynağı ile tahrik mili arasında bağlantı sağlar. Bu çeşit debriyajlar, yalın ve yarı otomatik sistemlerde bulunur.

Çeşitli uygulamalar: Debriyaj, TAKIM TEZGAHları gibi, motor kapatılmadan durması ve çalışması gereken endüstri araçlarında da kullanılır. Bu alanda, elektromagnetik debriyaj ya da otomobiller için

Morse Borg Warner yapımı, endüstri tipi tek yönlü debriyaj. Bu tipte, aralarında takozlar bulunan iç ve dış parçalar ile makaralı yataklar bulunur. Debriyaj otomatik olarak anında kilitlenir ve bir dönüş yönünde tahrik sağlarken, öteki yönde volanın boşa dönmesine yolaçar. (sağda)





Debriyaj takımı kesiti. Resimdeki en büyük çaplı dişli, volandır. Boşalma kovanının içinden geçen küçük mil, transmisyon milidir. Bütün takım, volana bağlıdır. (üstte solda)

Debriyajın çalışır ve çalışmaz durumu. Sürücü debriyaj pedalına basınca, boşaltma kovanı diyaframa bastırır. Diyafram kaldıraça yay gibi etkiyerek, sürtünme pabuçlarının volandan ayrılmasını sağlar. Böylece, motor ile dişli kutusu arasındaki bağlantı kesilir. (üstte sağda)

anlatılan yöntemlerin biraz değiştirilmiş biçimlerinden yararlanılır.

Elektromagnetik debriyaj, bir mahfaza içine, karşılıklı yerleştirilmiş iki elektromıknatıstan oluşur. Akım kesilince debriyajın iki yarısı birbirinden ayrılır. Mıknatıslardan akım geçirilince, aralarında sürtünme balataları ya da dişli bağlantı bulunan bu iki parça, bir araya gelerek, doğrudan tahrik sağlarlar. Bu tür debriyaj, güç bağlantısının sağlanması sırasında yumuşak kavrama gerektirmez; ayrıca imalat makinalarında buna gerek de yoktur.

Bu tip güç bağlantısı doğrudan ve anında olduğundan, güvenlik açısından debriyaja ya da makinanın başka bir bölümüne, kesme pimleri yerleştirilebilir. Tezgahta herhangi bir takılma olması sonucu, mil üstündeki moment çok artarsa, bu pimler güç bağlantısını keser.

DEĞERLİK

Bir kimyasal **ELEMENT**'in değerliği (valans'ı), **BİLEŞİK** oluşturmak için başka elementlerle ne ölçüde birleşebildiğini gösterir.

XIX. yüzyılın ortasında birçok kimyasal bileşiğin molekül formülü çıkarılırken, her elementin kendine özgü bir birleşme gücü olduğu anlaşıldı. Hidrojenin değerliği bir olarak saptandı, çünkü hidrojenin birden çok atoma bağlandığı bileşik yoktu. Böylece molekül formüllerinden, yalın aritmetikle öteki elementlerin değerliğini belirlemek olanağı da doğdu. Sözgelimi, hidrojen klorürün (HCl), suyun (H_2O), amonyakın (NH_3) ve metanın (CH_4) formüllerinden, klorun, oksijenin, azotun ve karbonun değerliklerinin, sırasıyla bir, iki, üç ve dört olduğu söylenebiliyordu. Bu anlamda değerlik, birçok kimyasal bileşik için geçerlidir. Ancak, **GEÇİŞ ELEMENTLERİ** gibi bazı elementlerin, birden çok değerlikleri vardır.

Belli elementlerin, belli değerlikleri olması, elementteki ATOM'ların elektron yapılarına bağlıdır. **PERYODİK ÇİZELGE**, tek elektronlu hidrojenden, 103 elektronlu lavrensiyum'a kadar, elementlerin, atomlarındaki elektron sayısına göre dizilişini gösterir. Elektronlar, atomun merkezindeki ÇEKİRDEK'in çevresinde, kabuk adı verilen belli yörüngelerde bulunurlar. Kabukları dolu olan atomlar kararlıdır. Helyum ve neon gibi elektron kabukları dolu olan **ASAL GAZLAR**, bu yüzden, başka elementlerle kolayca birleşemezler.

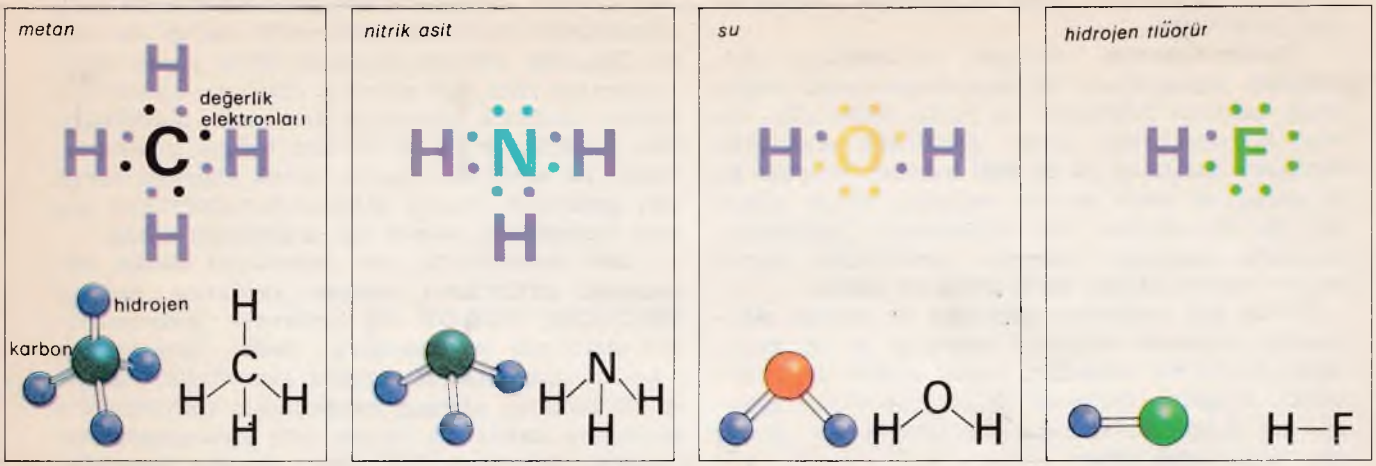
Peryodik çizelgede, ikinci *peryot*, lityum, berilyum, bor, karbon, azot, oksijen, flüor ve neon elementlerinden oluşmuştur. Bunlar, sekiz elektronluk ikinci elektron kabuğunu doldurmalarına göre dizilirler. İkinci kabuğunda tek elektronu olan lityum, öncelikle iyon bileşikleri oluşturur ve değerliği 1'dir. Bunun nedeni, dış kabuğundaki elektronunu kolayca yitirip, lityum iyonu (Li^+) oluşturmasıdır. Lit-

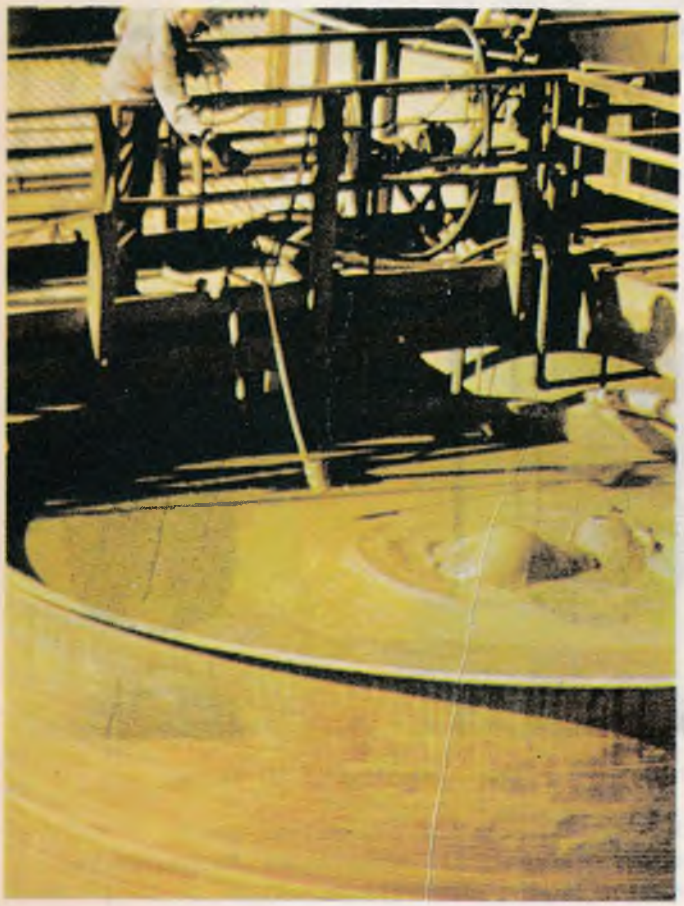
Resimde, farklı değerlik hallerinde olan çeşitli metal tuzlarının sudaki çözeltilerini içeren deneme tüpleri görülmektedir. Metaller ve değerlikleri (parantez içinde belirtilmiştir) soldan sağa doğru, şöyledir: Mangan (II); mangan (VII), demir (II); demir (III); krom (VI); krom (III). (üstte)

Değerlikleri 1 ve 2 olan elementlerin, çeşitli bileşikleri oluştururken hangi oranda birleşeceklerini ve formüllerini gösteren çizelge. (altta)

değerlik formüllerinin hesaplanması

değerlik	değerlik	1	1	2	2
		hidrojen H	klor Cl	oksijen O	sulfur S
1	sodyum, Na	sodyum hidrür NaH	sodyum klorür NaCl	sodyum oksit Na_2O	sodyum sulfür Na_2S
2	kalsiyum, Ca	kalsiyum hidrür CaH_2	kalsiyum klorür $Ca Cl_2$	kalsiyum oksit Ca O	kalsiyum sülfür CaS
3	alüminyum, Al	aluminyum hidrür AlH_3	alüminyum klorür $AlCl_3$	aluminyum oksit Al,O3	aluminyum sülfür Al_2S_3





Çizelgede, hidrojenin değerlik elektronlarının nasıl paylaşıldığı görülmektedir. (üstte)

Demir oksit, bir demir sülfür çözeltisinden çökerek oluşur. Bu bileşiklerde demirin değerlikleri, birincisinde üç, ikincisinde ise ikidir. (solda)

yum iyonu dolu bir kabuk dışında, hiç bir elektronu olmadığı için kararlıdır. Tıpkı bunun gibi, berilyum iki dış elektronunu yitirerek berilyum iyonları (Be^{2+}) oluşturur ve lityum iyonları gibi kararlı elektron yapısına erişir. Bu yüzden, değerliği ikidir.

İkinci peryodun öteki ucunda bulunan flüorda, ikinci kabuk aşağı yukarı doludur. Bu yüzden, bileşik oluştururken, bir elektron alır ve değerliği 1 olan flüorür iyonu (F^-) ortaya çıkar. Oksijen de, benzer biçimde oksit iyonları (O^{2-}) oluşturmak için iki elektron alır. Kimyasal bileşiklerin, elektriksel bakımdan yansız (nötr) olmaları gerektiğinden, değişik iyonların yüklerinin dengelenmesi gerekir. Bu yüzden, berilyum flüorür'ün formülü BeF_2; lityum oksitinki de Li_2O'dur.

Birleşik oluştururken karbon, yanındaki atomlarla dört *kovalent* BAĞ kurarak, elektron kabuğunu bütünüyle doldurur. Kovalent bağ, yan yana iki atom tarafından paylaşılan iki elektrondan oluşur. Sözgelimi, metanda (CH_4) her hidrojen atomu, ortadaki karbon atomuyla bir çift elektron paylaşır. Böylece, hidrojen atomları birinci elektron kabuklarını (yalnızca iki elektron içerebilir), karbon atomu da sekiz elektronluk ikinci kabuğunu doldurur.

DEĞERLİ TAŞ YONTUCULUĞU

Taşların ilk kez ne zaman süs olarak kullanılmaya başlandığı bilinmemektedir; ama Cilalıtaş devrinde silahların ve aletlerin uçlarını keskinleştirmek için başvurulan taşları birbirine sürtme yöntemi, değerli taş yontuculuğunun ve cilalamanın kökeni olabilir. Sözgelimi, Cilalıtaş devrinden kalma 10 000 yıllık bir yeşim balta bulunmuştur.

İ.Ö. 3 000 - 2 780 yıllarından kalma Mısır mezarlarında ametist, firuze (turkuaz) ve lacivert taşı kakmalı altın bileziklere raslanmıştır. Mısırlı çocuk kral Tutankhamon'un mezarında bulunan çok değerli hazine, kuyumculuğun İ.Ö. 1 000 yıllarında aşağı yukarı tam anlamıyla gelişmiş olduğunu göstermektedir. O dönemlerde, yuvarlaklaştırılan ve kesilen değerli taşlar, bronz aletlerle ve silis, lal taşı, korindon (doğal alümin) tozları, hattâ bazı uzmanlara göre elmas gibi aşındırıcılarla işleniyordu.

Cilalanan ilk renkli taşlar, firuze ve lacivert taşı gibi, öbürlerine oranla daha yumuşak türler oldu ve yalnızca pürüzleri alındı. Yöntemler geliştik-

çe, boncuk ve silindir biçimi kesimle birlikte, delme ve traşlama işlemleri ortaya çıktı; kadıköytaşı, zümrüt, oniks, akik, kantaşı, yeşim, ametist gibi daha sert taşlar işlenmeye başlandı. Ardından, saydam taşların, *façetalarla* (düz yüzeyler) ışığı yansıtmaları sağlandı; böylece parlak taşlar elde edildi.

Kesme ve traşlama biçimleri: Taş kesimi iki tür içinde toplanabilir. Birinci türde, boncuk, silindir, külah biçimleri ile oyma gibi eğik yüzeyli kesimleri, ikincisinde ise façetaları sayabiliriz.

Değerli taşlara biçim vermenin ilk ve en yalın yöntemi, kendine özgü biçimini bozmamaktır. Bu tür traşın en ilgi çekici örneği İngiliz Sarayı'ndaki Kara Prens yakutudur.

Külah türü kesimde oval, yuvarlak ya da damla biçiminde eğik yüzeyli taşlar elde edilir. Taşın üstünde yüksek, orta ya da alçak bir külah bulunabilir. Genellikle yarı cilalanmış olarak bırakılan taban ise, bombeli ve düz olabileceği gibi, istenirse tümüyle boşaltılabilir. Boşaltma işlemi, koyu renkli taşların rengini açmak için uygulanır.

Külah yöntemi başlangıçta zümrüt, yakut, gökyakut (safir) gibi değerli taşlar için kullanılmışsa da, günümüzde façeta kesimine elverişli olmayan düzensiz taşlar ile yeşim, akik, firuze ve opal gibi yarısaydam ya da ışık geçirmeyen taşlara uygulanır. Ayrıca, bazı taşlarda optik etkiler oluşturmak için, sözgelimi «kedigözü» ve «yıldız taşı» yapımında da aynı yöntem kullanılır.

1960 yılından bu yana taşların büyük bölümü döner silindirlerde traşlanmakta ve düzensiz kenarlı çok iyi parlatılmış taşlar elde edilmektedir. Külah, boncuk, haç ya da yürek biçimli taşlar da bu yöntemle işlenebilmektedir.

Façeta kesimi, önceleri, yüzeydeki yansımayı artırmak ve daha ilgi çekici biçimler elde etmek için kullanılıyordu. XIV. yüzyılda, sekizgen yüzeyli el-

Kedigözü ya da yıldız etkisi gösteren cilalanmış külah traşlar (üstte): Üstte kızıl kaplangözü; orta sırada kedigözü kuvars, yıldız taşı gökyakut (ortada), kedigözü krisoberil; altta sarı kaplangözü. Farklı yansımalar veren façetalı taşlar (altta). Üstte, bir billur kayaç, skapolit, flüorit; alt sırada (yapay taşlar), stronsiyum titanat, lityum niyobat, rutil (krispit).

masların doğal yüzeyleri traşlanıp köşeli taşlar elde ediliyor, bir köşesi kesilip cilalanarak *masa kesimi* oluşturuluyordu. Yavaş yavaş, façeta kesimiyle elmasların içindeki gizli parıltının ortaya çıkarılabileceği anlaşıldı (Bk. ELMAS, TRAŞLANMASI ve CİLALANMASI). 1670'te Venedikli Peruzzi, tam bir parlaklık elde etmeyi başardı.

İngiliz tacındaki St. Edward gökyakutu (safir) mavi renkte pul kesimine çok güzel bir örnektir ve 1042'de Kral Edward'ın yüzüğünde bulunduğu söylenir. Bu taş bir noktada birleştirilerek, düz bir taban üstüne oturtulmuş 24 üçgenden oluşan bakışımlı düzenlemli, tipik bir *Hollanda Gül*'ü'dür. Bu kesim küçük elmaslar, Bohemya lal taşları ve donuk Seylan zirkonlarında kullanılmıştır.

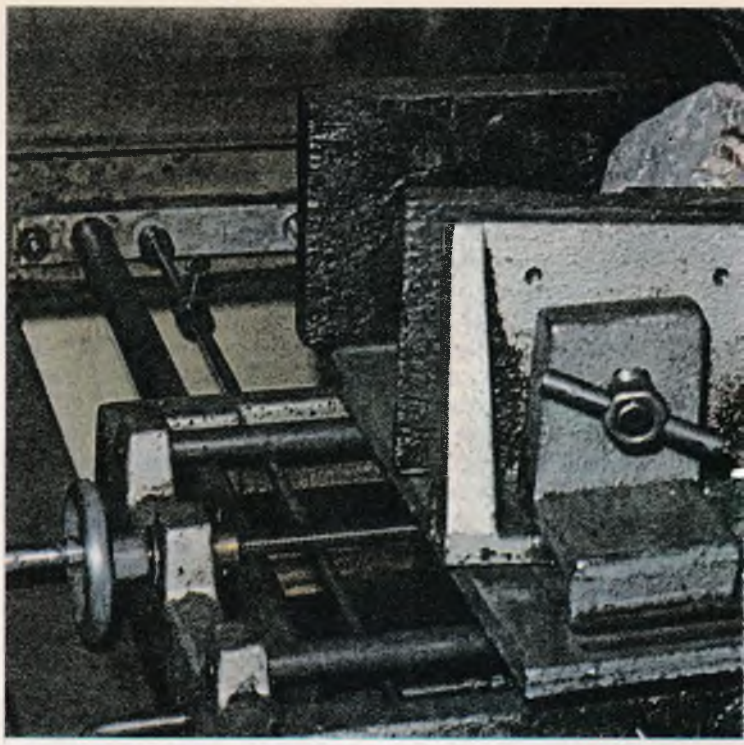
Yüzük kaşı üstünde 33, altında da 24 façetadan (tepede bir façeta kesilirse 25) oluşan *pırlanta kesimi* ve traşı, çok ışık yayan renksiz taşlar, örneğin elmas ve zirkon için elverişlidir; çünkü bu tür taşların parıldama özelliğini tam anlamıyla ortaya koyar. Bu kesim yakut, gökyakut, mavi zirkon, kırmızı lal taşları gibi renkli taşlar için de kullanılabilir.

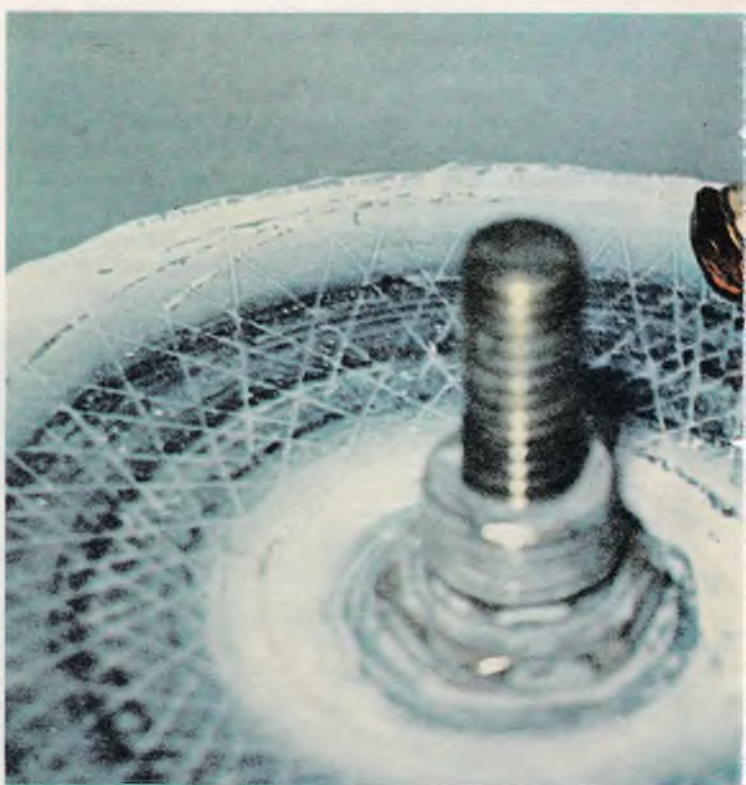
Bir renkli taş, taç bölümünde rengi çok iyi görülecek biçimde kesilerek traşlanmalıdır. İyi bir parlaklık elde etmek için, façetaların konumlarını özenle düzenlemek ve iyice cilalamak gerekir. Yüzük kaşı ile alt façetalar arasındaki açıya, taştan iç yansımayla dönen ışık miktarını en yüksek düzeye ulaştıracak bir açıklık verilir. Bunun için gerekli açı, taşın türüne göre değişirse de, yaklaşık 40 derece olarak kabul edilir. Ayrıca kırılma indisi ne kadar küçük olursa, taş o kadar kalın kesilir. Kesim ve traşlama sırasında, yarılma ve dilimlenme yönleri, çatlaklar, kusurlar, sertlik ve kırılma dereceleri göz önüne alınır. Elverişsiz biçimli ya da istenen renk ölçülerine uymayan koyuluk ve açıklıkla bir ham taş işlenirken, kesim ve traşlama biçimi büyük önem kazanır. Seylan ve Hindistan'da kesimde en çok önem verilen özellik, taşın ağırlığıdır; çünkü yontucular (trasçılar), kırat (5 kırat bir gramdır) başına para alırlar. Bu yüzden taşlar Batı ölçülerine uymaz; genellikle çok kalın kesilir ve donuk olur.

Pırlanta kesim ve traşın birçok çeşidi arasında, çift yansımalı kesimde, mekik, gözyaşı (pinza), oval ya da minder biçimlerine çok sık raslanır.

Güzelliklerini renklerinden alan taşlar için en uygun kesim, *basamaklı kesim*dir (amerikan traşı). Bu kesimde, taç üstünde bulunan tabla façetasının kenarlarına, paralel konumda basamaklarla inen uzun dikdörtgen biçiminde yan façetalar traşlanır. Köşeleri traşlanarak sekiz kenarlı bir görünüm de verilebilen söz konusu dikdörtgen façetalar, zümrüt için çok sık kullanılır ve *zümrüt kesimi* diye de nitelenir. Öte yandan, tam yansımayı sağlayacak açılar kadar, rengin koyuluğu da önemlidir. Koyu renkli taşlar ince kesilir, açık renkli olanlar ise, rengin belirginleşmesi için kalın traşlanır.

Basamaklı traşta, uzun dikdörtgen dışında, eşkenar dörtgen, altıgen ya da sekizgen gibi birçok façeta çeşitleri vardır. Öte yandan, bazı taşlara, pırlanta traşı ve basamaklı traştan oluşan karma kesim de uygulanbilir.





Kesme ya da traşlama işlemleri ve araçları: Değerli taş işleme aygıtlarının çoğu, elektrik motorlarıyla çalışır; ama bazı ülkelerde kuyumcular, *cilalama çarklarını* hâlâ elle çevirmektedir. Cilalama çarkı,

Bir akik parçasını kesen elmas ağızlı bir dilimleme bıçağı. Makinada, taşı dilimlemek için bıçağa doğru iten, otomatik bir vidalı düzen bulunur. Elde edilen dilimlerden istenen parçalar seçilir. (solda)

Ön işlemden geçmiş taşın çubuğa takılışı. İspirto ocağında, çubuğun ucundaki balmumu yumuşatılır; çift ile (bir tür pense) tutulan taş, biraz ısıtılarak balmumuna yapıştırılır ve istenen biçimde işlenir. (sağda)

Façetalanmış sarı kuvarsın mekanik bir çubuğa takılarak, dakikada ortalama 500 devir yapan, düşey eksenli kalay disk üstünde cilalanışı. (altta)

genellikle düşey bir eksen çevresinde dönen, düzlem bir disktir. Gerek külah biçimi traş, gerekse façeta biçimi traş işlemlerinde, çoğunlukla aynı yöntemler kullanılır.

Yeşim, sarı kuvars, akik ve lacivert taşı gibi, büyük parçalar halinde bulunan ham taşlara uygulanacak ilk işlem, elmas ağızlı ve çaplarına göre dakikada 100 - 1 000 devir yapabilen disklerle biçerek dilimlere ayırmaktır. Böylece, elde edilen parçaların istenmeyen kesimleri, daha küçük bir bıçakla temizlenir.

Külah biçimleri ve kaba façetalar, yatay bir eksen çevresinde dönen ve suyla soğutulan silisyum karbür ya da kumtaşı disklerle traşlanır. Ayrıca, elmas tozuna katılmış disklerle bu ilk biçimleri veren otomatik makinalar da vardır. Traşlama için kullanılan geleneksel yöntem, ön işlemden geçmiş parçayı balmumu ya da şellakla bir çubuğa tutturmak ve külahları, silisyum karbür diskler üstünde su ve ince kumla işleyerek, düzgün bir yüzey oluşturmaktır. Façetalar ise, çubuğa takılmış parça, düşey bir eksen çevresinde dönen cilalama çarklarına tutularak traşlanır ve parlatılır. Usta traşçılar, istenen açıları elde etmek için *kenar askıları* kullanır. Kenar askısı, üstünde özel olarak açılmış yuvalar bulunan bir tahta parçasıdır. Bu yuvalara, işlenecek parçayı tutan çubuğun öbür ucu girer. Yuvaların seçimi ile façetaya verilecek açı, el ve gözle denetlendiğinden bu yöntemin kullanımı büyük ölçüde beceri ve deneyim ister. Amatörler ile bazı ustaların kullandığı façeta açma aygıtlarında (divizörler), açılar, dereceli diskler ve kadranlarla ayarlanır. Bu aygıtlar büyük bir beceri gerektirmeksizin, çok duyarlı bir traş sağlar. Traşlama diskleriyse ince kumlu kurşun, dökme demir ya da elmas tozu ekilmiş bakırdan yapılabilir.

Her cilacının kendine özgü bir cilalama biçimi vardır; ama genellikle kulaklar ve taçlar, sert keçe, deri ya da tahta çarklarda cilalanır. Plastik, tahta ve sert bir destek üstüne gerilmiş yapay kumaşları

içeren daha birçok disk türü denenmiştir. Cilalama tozları olarak, doğal taş pudra, alüminyum, silis, demir, krom, kalay ve seryum oksitler ile 0,01 mikronluk elmas tozları kullanılır.

Son işlem, taşı çubuktan çıkarıp alkol gibi bir çözücü içinde temizlemektir: böylece taş, kakma ya da mıhlamaya hazır duruma gelir.

DELİKLİ KART Bk. DELİKLİ KART MAKİNALARI; JAKAR TEZGAHI

DELİKLİ KART MAKİNALARI

İkinci Dünya savaşını izleyen yıllarda geliştirilen elektronik BİLGİSAYARLAR'dan önce, delikli kartların işlenmesine ve sıralanmasına dayanan otomatik hesaplama sistemleri kullanılıyordu. Bu makinalar, temel aritmetik ve istatistik hesaplamaları yapabiliyor ve muhasebecilik, bankacılık, stok denetimi, nüfus sayımı değerlendirmeleri ile bilimsel çalışmalarda yaygın biçimde kullanılıyordu. Günümüzde delikli kartlardan daha çok, bilgisayara bilgi verme amacıyla yararlanılır.

Önceleri kartlar, her birinde on iki delik bulunan, 21 ya da daha çok kolonlu (düşey delme satırları) yapılırdı. Günümüzde yalnızca iki standart tip vardır: Dikdörtgen deliklerle delinmiş 80 kolonlu; 96 kolonlu. 96 kolonlu kartların delikleri yuvarlaktır.

Bunlar, 80 kolonlulardan daha yüksek kapasiteli olmalarına karşılık, daha küçük boyutludur.

Hollerith makinaları: Delikli kartlar, ilk kez, Fransız Falcon'un 1728'de yaptığı dokuma tezgahında kullanıldı. Aynı ilkeden, 1800'lerin başlarında JAKAR TEZGAHI'nın çalıştırılmasında da yararlanıldı. Delikli kartlarla bilgi işlenmesine ise, 1890'larda, Dr. Herman Hollerith'in (1860-1929) A.B.D'nde nüfus sayımı bürosundaki çalışmalarının bir sonucu olarak başlandı.

A.B.D'nde 1880 nüfus sayımının değerlendirilmesi yedi yıl sürmüş ve nüfus artışı da göz önüne alınınca, 1890 sayımı değerlendirmesinin 1900'den önce tamamlanamayacağı anlaşılmıştı. Bir istatistikçi ve maden mühendisi olan Dr. Hollerith, nüfus sayımı bürosunun topladığı istatistiklerin mekanik yoldan işlenmesi için yeni bir yöntem geliştirdi. Bu yöntemde, 240 kareye bölünmüş delikli kartlar temel alındı. Her kare belirli bir soruya ayrılmıştı. O kare içinde bir deliğin bulunması ya da bulunmaması, söz konusu soruya karşılık bir «evet» ya da «hayır» yanıtını göstermekteydi.

Kartlar, elle çalıştırılan küçük bir deliciyle deliniyor ve karttaki deliklerden geçerek alttaki cıva

Hollerith'in kart çizelgeleyicisi. Çizelgeleme birimi soldadır. Üstte göstergeler, masanın üstünde de okuma birimi görülmektedir. Okuyucudan gelen sinyal, sıralama kutusundaki kapaklardan birini açar ve kart içine düşer. (üstte)

Bilgiler ve komutlar, bilgisayar kartı üstüne delikler halinde geçirilir. İlk kart işleme makinaları, kart, tamburlar arasından geçerken, yüzeyinin bir dizi tel fırçayla taranması ilkesine göre çalışırdı. Kart üstünde bir delik olduğu zaman, tel fırçalar, dönen silindire dokunarak elektrik devresini tamamlardı. Bu, bir elektrik akımı oluşturur ve basma işlemi gibi mekanik bir işlem ortaya çıkardı. (sağda)

dolu küçük kaplara düşen, metal iğneli, elektromekanik bir aygıtla okunuyordu. Metal iğnelerin cıvaya değmesiyle, elektrik devreleri tamamlanıp, kare dizisinin toplamını saptayan bir dizi göstericiyi işletiyordu.

Hollerith'in sistemi ilk kez Baltimore kentinin 1897 sayımında kullanıldı. A.B.D. nüfus sayımı bürosu tarafından 1890 sayımlarındaki sonuçların değerlendirilmesinde kullanıldığında, çalışmaların iki buçuk yılda tamamlanmasını sağladı. Üçüncü kez, 1880 sonuçlarının derlenmesinde kullanıldı. Bu kez işlenen bilgiler, bir öncekinden yüzde 25 oranında fazlaydı. Zaman kazanılmasının yanı sıra, Hollerith makinalarının kullanılması, büroya 5 milyon doları aşkın artırım sağladı.

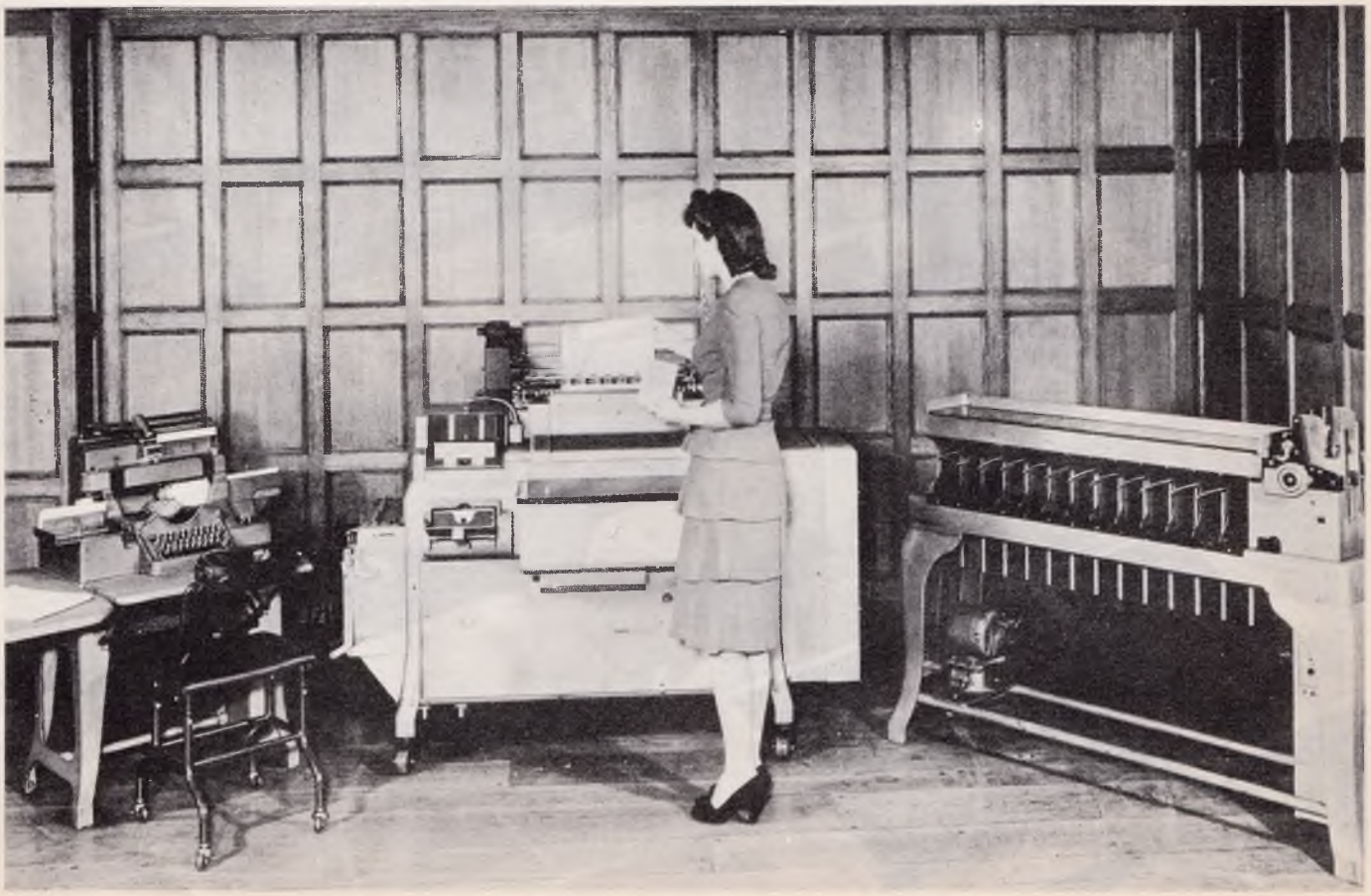
Delikli kartla çalışan makinalar: Bilgi işleme hızı, günümüzde elektronik bilgisayarlara bağlı olarak çok artmıştır. Delikli kartla çalışan yalın makinalarda kullanılan elektromekanik yöntemler, bunlarla karşılaştırılınca çok yavaş kalır. Eski makinaların yaptığı işlemler de, toplama ve çıkarma gibi aritmetik hesaplarıyla sınırlıydı. Ne var ki, bunların ve çizelgeleyicilerin işlevleri, bir çeşit ilkel denetim programınca yönetilirdi. Bilgisayarların yaygınlaşmasından önce, çizelgeleyiciler, elektronik hesap birimlerine bağlanarak geliştirildi. Bu, işlem süresini bütünüyle kısaltmasa da, sistemin daha geniş bir alanda yararlı olmasını sağladı.

Günümüzde bilgisayarlar, geleneksel delikli kart çizelgeleyicilerinin yerini almıştır. Ancak, bilgisayarların yan birimleri sayılan kart okuyucular ve deliciler, hâlâ sayım ve istatistik çalışmalarında kullanılmaktadır.

Otomatik bilgi işleme, her zaman temel bilginin, makinanın anlayabileceği kodlanmış bir «dile» çevrilmesiyle başlar. Günümüzde, bilgiyi kodlanmış dile çevirmenin pek çok yolu vardır. Bu yöntemlerin en eskisi, çeşitli biçimlerdeki ince kartları delerek, bir şifre oluşturmaktır. Delikler, sayıların, harflerin ve +, — gibi simgelerin yerini alır. Bu yolla kodlanmış bilgiler, bilgisayarlarla olduğu kadar, öteki delikli kart makinalarıyla da işlenebilir.

Kart deliciler: Bilgiler, *kart deliciler* diye bilinen makinalarla kartlara delinir. Kart delicilerin tıpkı DAKTİLO'dakine benzer klavyesi vardır. Ama bu klavyeyle, harf basmak yerine, kartlar delinir. Delme işlemine, yaklaşık 500 boş kartın makinanın sağ üst köşesindeki kart deposuna yerleştirilmesiyle baş-

1940'larda yapılmış bir İBM delgi makinası. Bir baskı çizelgeleyici (ortada) ve bir kart sıralayıcı (sağda) ile bağlantılı bir kart deliciden (solda) oluşurdu. (altta)



lanır. Klavyedeki bir tuşa basılarak, bir kartın depodan, onun hemen altındaki delme yerine gelmesi sağlanır. Delme tuşlarından birine basıldığında, tuş, bir kolon üstünde istenilen düzende delikler delen bir dizi zımbayı harekete geçirir. Zımbalar, elektromıknatıslarla çalışır. Bir kolondaki delikler tamamlanınca, kart ileri alınarak, delinecek ikinci kolona hazırlanır.

Delme işlemi tamamlanan kart, delme yerinin solundaki okuma yerine getirilir. Okuma yerinde, bir kolondaki her delik konumu için bir tane, yani on iki metal dokunucu vardır. Kart, dokunucular ile dönen silindirin arasından geçer. Kolon üstünde bir deliğin bulunduğu durumda, dokunucu, delikten geçerek metal silindire değip devreyi tamamlar. Böylece, zımbalara elektriksel bir itki göndererek, veriyi, delme yerinde bulunan karta deler. Bu işleme ikileme (duplike) adı verilir.

Kart, okuma yerinden geçtikten sonra, makinanın sol üstündeki biriktiriciye gelir. Biriktiricideki kart sayısı 500'ü bulduğu zaman, makina kendi kendine durur. Atlama (bir kartı delmeden geçirmek), ikileme ya da alfabetik karakterleri sayısal delikler haline getirme gibi işlemler, otomatik olarak *program birimince* denetlenir. Bu birimde, bir tambur üstüne yerleştirilmiş bir dizi dişli tarafından okunan, önceden delinmiş denetim kartı vardır. Yaylı kollara takılı olan dişlinin bir dişi, kart üstündeki deliğe girer. Dişin deliğe girmesiyle kol döner ve makinanın denetim devresine bir sinyal gönderen küçük bir anahtarı işletir.

Kart delicilerin daha yeni tipleri, bir karta ilişkin bütün ayrıntıları bir **BELLEK AYGITI**'nda saklar. Böylece delme işlemine, karta basılacak bilgiler tamamlandıktan sonra başlanabilir. Bu özellik, yanlışların kart delinmeden önce düzeltilebilmesini olanaklı kılar.

Alışılmış kart delgi makinaları, *bilgi hazırlama* diye bilinen işlem için kullanılır. Bilgi hazırlama, bilginin, makinanın işleyebileceği «dile» dönüştürülmesidir. Ayrıca, makinalarca işlenecek bir dizi delme vardır. Bunlardan bazıları, işletici kişi tarafından hazırlanmış kartların ikilemesinde kullanılır. Bazı makinalar da, çizelgeleyicilerden ve bilgisayarlardan gelen yeni bilgileri delikli karta geçirir. Bu kartlar, bir sonraki işlemde girdi olarak kullanılır.

Delme işlemi, işleticinin ustalığına bağlı olarak saatte 250 - 500 kart arasında değişir. Ama bilgisayara bağlanmış bir makinayla, dakikada 120 kart delinebilir. İşaret algılayabilen deliciler, kurşun kalemle işaretlenmiş kartlardaki grafit izlerini saptayıp, bilgiyi, makina diline çevirir ve otomatik ola-

Bir kart delgi makinası. Ortada görülen kart, delme yerinden sol üst köşedeki biriktiriciye geçecektir.(altta)

rak kartlara deler. Ancak, bu makinaların yerini, günümüzde, optik KARAKTER TANIMA gibi daha yeni yöntemler almaktadır.

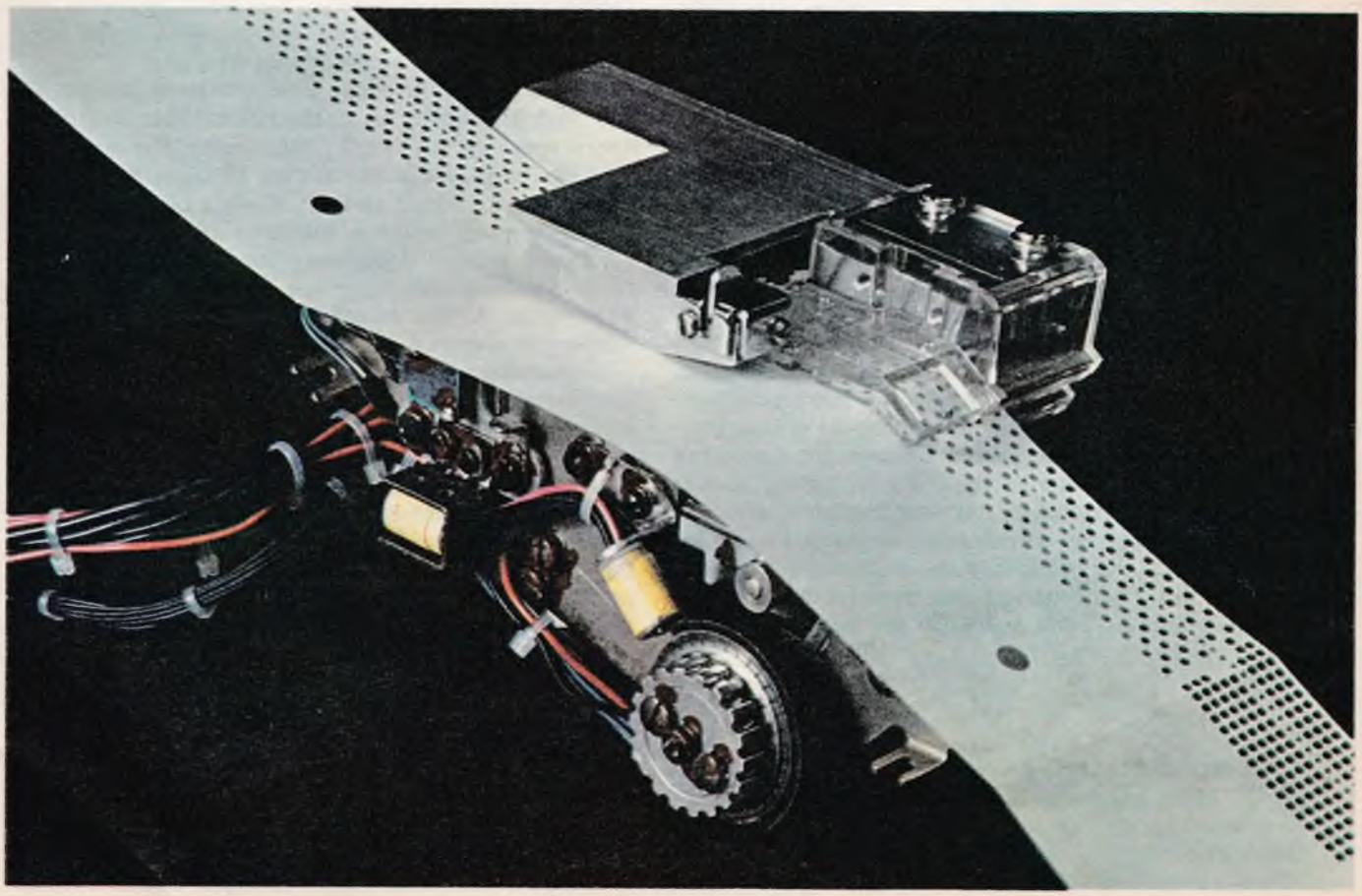
Delgi sağlama makinaları: Delinmiş kartlardaki yanlışlar, bir sağlama makinasıyla denetimden geçirilir. Kartlar makinaya yüklenir ve makinayı işleten kişi veriyi yazar; ama kartlara hiç bir delik delinmez. Bunun yerine, sağlama makinası, verilen bilgiler ile sağlama bilgilerini karşılaştırır ve arada bir fark varsa, makinayı durdurup kartı bir depoya gönderir. Bazı modellerde, yanlışlar bulununca klavye kilitlenir ve bir uyarıcı ışık yanar. O zaman işletmen, bilgiyi yeniden verir. Bu uyarı en çok iki kez yinelenir. Yanlış hâlâ düzeltilmemişse makina, yanlış kolonun yanına küçük bir çentik yapıp işlemi sürdürür. Kart daha sonra çıkarılıp düzeltilebilir. Yanlışsız kartların sağ üst köşesine çentik açılır. Bir deste kartın sağlaması yapıldıktan sonra, yanlışlı kartlar ayıklanır ve delgi işlemcisine, düzeltmesi için geri verilir.

Çeviriciler: Kartların kolayca bulunmaları ve dosyalanmaları için, üstlerinde deliklerin yanı sıra bazı basılı bilgilerin de bulunması gerekir. Çeviriciler, kartı okuyarak, üstüne tek satır halinde, içindeki bilgilerin özetini yazar. Bazı makinalar, karta birden çok satır basabilir.

Kart okuyucular: Delinmiş kartlardaki bilgiler, bilgisayar işlem biriminde, *kart okuyucular* adı verilen makinalar tarafından okunur. Bu makinalar, bilgisayar tarafından denetlenir. İşletmen, kartları depoya yükler; makinada kartları okuma yerine verir. Okunan bilgiler ana işlem birimine gider. İlk modellerdeki okuma mekanizmaları, delicilerdekine benzer. Metal bir levha üstüne yayılan kart yüzeyini süpüren, metalden bulucu, fırça biçimindedir. Bulucu fırça, delikten geçerek, elektrik devresini tamamlar. Modern okuyucularda, delikler fotoelektrik tarayıcılarla bulunur ve kartlar dakikada 300 - 2 000 kartlık hızla işlenir. Kart okuyucu birimler, *sıralayıcı*lara da bağlanabilir.

Sıralayıcılar: Sıralayıcılar, bir kart destesini, daha önce belirlenen bir sırada düzenler. Sıralayıcının çalışması, delikli panolu bir programla denetlenir. Sıralayıcı, istenen bilgiyi karttan okuduktan sonra, kartı çıkış depolarından birine geçirir. Program, belirli bir bilgiyi içeren bütün kartların aynı depoda toplanacağı biçimde düzenlenir. Bilgisayarlarla, daha hızlı sıralamalar yapılabilir. Ancak, bilgisayarın başka işlemler için kullanıldığı ya da sıralamanın bu yöntemleri kullanacak kadar karmaşık olmadığı

Sürekli delinmiş kart okuyucusunun okuma birimi. Bu makinalar, kağıt şerit ya da resimdeki gibi, bir kenarı boyunca bilgi delinmiş, sürekli bir kart dizisi işleyebilir. (altta)



durumlarda, elektromekanik sıralayıcılar çok yararlı olur.

Kart birleştirme, sıralamanın bir çeşitidir. Bu yöntemle iki ya da daha çok kart destesi, bir fişpanoyla birleştirilir.

Sıralayıcıda kartlar, bir dizi lastik rulo arasından birer birer geçerek, *yönlendirme kanadı* adı verilen bir dizi çelik dille uygun depoya yöneltilir. Kanatlar, kart okuyucudan gelen sinyallerle harekete geçirilen elektromıknatıslarla işler. Okuma biriminden gelen sinyaller, program panosu tarafından mıknatıs düzeneğine yollanır. Sıralayıcılar dakikada 1 500 kart sıralayabilir.

Çizelgeleyiciler: Eelektronik bilgisayarların geliştirilmesinden önce, temel aritmetik ve muhasebe hesapları, çizelgeleyici (tabülatör) makinalarda yapılırdı. Bu aygıtlar, delinmiş kartları okur, kartlar üstündeki sayısal ayrıntılara bağlı yalın hesaplamaları yapar, sonuçları basar ve gelecek işlemler için yeni kartlar delebilirdi. Fişpano programlarıyla denetlenen çizelgeleyiciler, önceleri bilgi işlem makinalarının en gelişmiş türüydü; ama günümüzde, elektronik bilgisayarların gelişmesiyle, önemlerini yitirdiler.

Çok amaçlı makinalar: Çeşitli kart işlemlerini bir arada yürüten, birçok makina geliştirilmiştir. Önce küçük bilgisayarlarla birlikte kullanılmak için tasarlanan bu makinalar, ötekilerden çok daha hızlı ve derli topludur. Ayrıca, elektronik işlemleri temel alanlarla sınırlamak, kartların bilgisayar denetiminde işlenmesini sağlamak, MAGNETİK BANT ve disklerden daha ucuz olan kartlar üretmek gibi yararları da vardır. Çok amaçlı kart makinasının bir örneği, İBM 2 560 model A_1'dir. Bu bilgisayar denetimli birim, 80 kolonlu kartları okumak, delmek, ikilemek, sıralamak, birleştirmek ve seçmek için kullanılabilir. İki giriş deposu ve beş çıkış biriktiricisi vardır. Dakikada 500 kart okuyup, 160 kolon delebilir.

Delikli kartların kullanımı: Bilgi işlem teknolojisindeki yeni gelişmelere karşın, delikli kartlar, makina işlemlerinde bir kayıt ve saklama aracı olarak önemini korumaktadır. Delinmiş ve çevrilmiş kartlar, giyecek etiketi olarak da kullanılır. Bunlar, elbiseler satıldıktan sonra bilgisayar merkezine gönderilip işlenerek, satışların incelenmesini sağlar. Başka bir uygulaması ise üretim hattındadır. Yapılacak işin bütün ayrıntıları kartta bulunur. Delikli kartlar faturalara da eklenebilir. Ödeme yapılınca geri alınan kart, muhasebe kayıtlarının otomatik olarak tutulmasını sağlar. Günümüzde makinayla işlemede olduğu kadar, elle işlenen uygulamalar için de, delikli kartlardan daha kullanışlı bir başka kayıt ortamı yoktur.

DEMİR

Kimyasal simgesi *Fe* olan demir (atom ağırlığı 55,25; atom numarası 26) metaller arasında en yaygın kullanılandır. Demir filizleri doğada bol bulunur. Metalin bunlardan elde edilmesiyse oldukça kolaydır. Öteki elementlerle (özellikle karbonla) karıştırıldığında, çok yararlı özellikleri olan, çeşitli ALAŞIM'lar oluşturur. Yüzde 2'ye kadar karbon içeren demire ÇELİK denir ve başka metal elementlerle karıştırıldığında, alaşımlı çelikler ortaya çıkar. İçinde yüzde 2'den çok karbon bulunan demir, *pik demir* ya da *dökme demir* diye adlandırılır.

Fiziksel özellikleri: Demir, özgül ağırlığı 7,87 olan, sert gri bir metaldir. 910°C'tan düşük sıcaklıklarda BİLLUR yapısı iç merkezli kübik, 910°C-1 410°C arasında kararlı yapısı yüzey merkezli kübiktir. 1 410°C'ın üstünde yeniden, iç merkezli kübik yapıya dönüşür. Demir, 1 539°C'ta erir. Üç farklı yapısı olan *alotrop*'larının (sırasıyla α, γ ve δ denir) bulunması, çeliklerin ve öteki alaşımlarının, uygun ISIL İŞLEM'lerle şaşırtıcı çeşitliklikte mekanik özellikler kazanmasına katkıda bulunur.

GEÇİŞ ELEMENTLERİ'nden (iç elektron kabukları tamamlanmış olan metal elementler) biri olan demir, iyi bir ısı ve elektrik iletkeni değildir. Demirin özgül elektrik direnci, en iyi elektrik iletkeni olan gümüşünkünün yaklaşık sekiz katıdır. Ancak, bu özelliği, kolayca mıknatıslanması açısından, kobalt ve nikelle paylaşır. Doğal demir, magnetik kuvvet taşıyan atom gruplarından oluşur. «Alan» adı verilen bu gruplar rasgele dizilmiştir. Ama bir dış magnetik alanın etkisinde kaldıklarında, yeni bir düzene girerek, metali mıknatıs haline getirirler.

Doğada bulunuşu: Demir, alüminyumdan sonra yerkabuğunda en bol bulunan metaldir. Dünyanın birçok yerinde demir filizlerine raslanır. Bunlardan bazılarında, demir oranı yüzde 50'yi aşar.

Filizler, görünümlerine göre sınıflandırılabilir. Siyah renkteki filizler arı halde yüzde 70'ten çok demir içeren *magnetit*'ten (Fe_3O_4) oluşmuştur. Kırmızı renkli filizler, çoğunlukla *hematit*'tir (Fe_2O_3). Kahverengi filizler ise ya *limonit* ($2\,Fe_2O_3.3H_2O$) ya da başlıca demir karbonattan oluşmuş *siderit*'tir ($FeCO_3$).

Demir filizleri, içerdikleri yabancı maddelere göre de sınıflandırılır. Sözgelimi, *silikatlı* filizlerde silisyum vardır. Ayrıca, *kireçli* filizler (kalsiyum karbonat içeren) ve *alüminli* (Al_2O_3) filizler, vb. de bulunur.

Avustralya, İsveç, A.B.D., Rusya ve İspanya'da, işlenebilecek oranda yüksek nitelikli filizler bulunmuştur. Maden yatağının değeri, yalnızca filizin zenginliğine bağlı değildir. Çıkarılabilme kolaylığı, kömür ve endüstri merkezlerine yakınlığı da bu konuda önemli rol oynar. Demir filizlerinin büyük bir bölümü, yüzeye yakın olduğu için açık tavanlı ocak sistemiyle (Bk. MADENCİLİK) çıkarılabilir. Ancak, taşımacılık yöntemlerindeki gelişmelerden sonra, kömür ve endüstri merkezlerine yakınlığın önemi azalmaktadır. Sözgelimi, Avustralya filizinin büyük bir bölümü Japonya'ya satılmaktadır.

Tarihçe: Demir oksibin, karbon kullanılarak demire indirgenmesi, 800°C'ta gerçekleşir. Demir, bütün tepkime boyunca katı halde kalır ve oldukça arı demir ile cürufun karışımından oluşan *demir süngeri* elde edilir. Eski uygarlıklarda metali eritecek sıcaklık, yani 1 540°C sağlanamadığından, elde edilen tür, demir süngeriydi. Bu demir, akkor haldeyken çekiçle dövülür

ve cürufun çoğu böylece dışarı çıkarılarak, dövme demir yapılırdı.

XIV. ve XV. yüzyıllarda su gücünden yararlanılmaya başlanması, FIRIN'larda daha kuvvetli hava basınçlarının kullanılmasını sağladı; böylece daha yüksek sıcaklıklar elde etme olanağı bulundu. 1 200°C'ta kritik noktaya varıldı. Bu sıcaklıkta demir, düşük bir oranda karbon soğurur. Söz konusu karbon miktarı, demirin erime noktasını fırın sıcaklığının altına düşürmeye yeterlidir. Ancak, işlenmiş demirin tersine, bu yoldan elde edilen dökme demir ya da pik demir, içerdiği karbon oranı nedeniyle kırılgandır.

Bundan sonra ortaya çıkan yenilik, indirgen olarak kok kömürünün, mangal kömürünün yerini almasıydı. Kok kömürü, mangal kömüründen daha dayanıklı (sert) olduğu için, daha yüksek bacalı fırınların yapılmasını ve bunların daha verimli çalıştırılmasını sağladı.

Çok sayıda teknik yeniliğin getirilmesine karşın, son 250 yıl içinde demir YÜKSEK FIRIN'larının işletme ilkesinde aşağı yukarı hiç bir değişiklik yapılmamıştır.

Günümüzde demir yapımı: Günümüzde, yüksek fırına yüklenmelerinden önce, demir filizi, kok kömürü ve kireçtaşı karışımının hazırlanmasına büyük önem verilmektedir. Filizdeki topraklı bileşiklerin, demirin erime sıcaklığında sıvı bir cüruf oluşturması gerekir. Filiz ezilerek 2,5-6,5 cm çapında parçalar haline getirilir. Söz konusu parçalar, hem fırındaki karbon monoksit tarafından indirgenebilecek kadar küçük, hem de gazın bacaya doğru akışını engellemeyecek kadar büyüktür. Ne var ki, uygulamada filizin bir bölümü, doğrudan fırına yüklenemeyecek kadar küçük parçalara ayrılır. Bu küçük parçalar, fırının üstünden alınan tozlarla birlikte, yüzde 10 oranında kok kömürü

Büyük Sahra'nın Atlas Okyanusu kıyısında bulunan Moritanya'da işlenen bir demir filizi. Filiz kıyıdan 650 km uzaklıkta bulunan gemilere trenle taşınır. Bu yöredeki filizlerin yıllık toplam verimi, dokuz milyon tondur.

tozuyla karıştırılır ve yakılarak yüklenmeye uygun bir sinter oluşturulur. Son yıllarda fırınları, yüzde 100 sinter kullanarak, yani filizin tümünü önceden ince bir toz haline getirerek çalıştırma yoluna da gidilmiş ve bu yöntemin daha verimli olduğu görülmüştür. Eritici kireçtaşının sinterle birleştirilmesi, daha da başarılı sonuçların alınmasını sağlar.

Karışım, fırının boğazına, çifte çan sistemiyle verilir. Çifte çan sistemi, yüksek fırın gazındaki yitimlerin en aza indirilmesini ve *yükleme maddelerinin* tepede eşit olarak dağılmasını sağlar. Demir ve cüruf ocaktan alınırken, yükleme maddeleri fırının altına doğru, yani gaz akımına ters yönde hareket eder. Fırındaki gazın temel bileşenleri, karbon monoksit ve azottur. Karbon monoksit, önceden ısıtılmış hava ile sıcak kok kömürünün tepkimesi sonucu oluşur. Isıtılmış hava, fırının dibine doğru çepeçevre yerleştirilmiş girişlerden verilir. Yüksek fırının içinde karmaşık kimyasal tepkimeler yeralır; ama tepkimenin tümü yalın olarak şu biçimde yazılabilir:

$$Fe_2O_3 + 3\,CO \longrightarrow 2\,Fe + 3\,CO_2$$

hematit + karbon monoksit ⟶ demir + karbon dioksit

Demir, oksitinden kurtuldukça, eriyerek ocağın dibine doğru damlar (eritilmiş demirde az miktarda çözünmüş karbon ve başka yabancı maddeler bulunabilir). Kireçtaşı da, silisyum dioksit, alüminyum dioksit ve öteki indirgenmemiş oksitlerle birleşerek, cüruf damlacıkları haline gelir. Ancak cüruf, demirden daha hafif olduğu için yüzeyde kalır.

Modern bir yüksek fırından, her altı saatte bir yaklaşık 2 000 ton demir alınır. Bu demir, ya *külçe*ler

Demir tavlama ünitesinde, pik döküm makinasının bir bölümü. Eritilmiş demir, kalıplara dökülür ve bir taşıyıcıya yerleştirilerek, su fıskıyeleriyle soğutulur (altta)

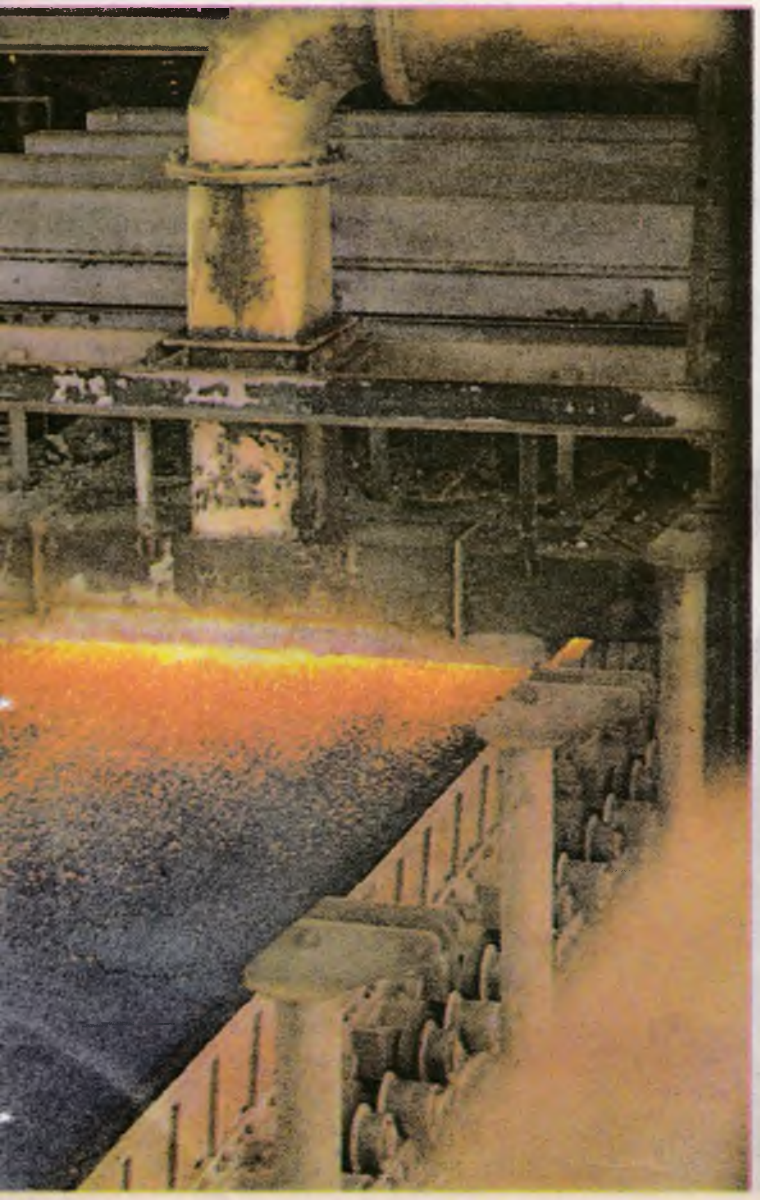
halinde kalıplanır ya da ilerde çelik yapımında kullanılmak için, büyük, sıcak kepçelerde saklanır. Cüruf alma işlemi, demire göre daha sık yinelenir.

Demirde bulunan yabancı maddeler, büyük ölçüde fırının işletilme yöntemine bağlıdır. Eriticiyi cürufa en düşük erime noktası sağlayacak oranda ekleme yoluyla, en yüksek ısı verimi elde edilir. Ancak bu koşullarda, kükürtü, kalsiyum sülfür olarak ortadan kaldırmak için yeterli miktarda kalsiyum oksit bulunmaz. Demir sülfür, demir ve çelik için zararlıdır. Çünkü, arı demirden daha düşük sıcaklıkta gücünü yitirerek, «sıcak gevreklik»e neden olur. Ancak, filizde yeterli miktarda mangan bulunuyorsa, kükürt yerine mangan sülfür oluşur; böylece «sıcak gevreklik» önlenir. Bu biçimde, en az eriticiyle üretilen demire, *bazik demir* adı verilir.

Yükleme maddelerindeki kireç miktarı artırılarak, daha yüksek sıcaklıklarda sıvılaşan bir cüruf oluşturulabilir. Sonuçta, normal olarak cürufta kalacak olan silisyum oksidin bir bölümü, demirde çözünen silisyuma indirgenir. Döküm demiri üretiminde, fırında yüksek silisyum ya da asit demiri yapılır. Yüzde 2 - 3 oranında silisyum, dökümün hem niteliğini, hem de mekanik özelliklerini geliştirir. *Asit demiri*, genellikle uygun filizlerle birlikte düşük oranda fosfor kullanılarak hazırlanır.

Son yıllarda, yüksek fırınları 2 atmosferde çalıştırma yoluyla verim artırılmaktadır. 2 atmosfer basınçta, yükleme maddeleri ile gazın daha büyük bir bölümünün birbiriyle temas etmesi sağlanır. Ayrıca, hava akımına buhar ile oksijen verilerek, fırını kolayca denetim altında tutmak ve verimde artış sağlamak da olanaklıdır.

Dövme demir: Dövme demir, belli uygulamalar için hâlâ küçük miktarlarda yapılmakla birlikte, uzun süredir yapı mühendisliği dalında ana madde olarak yerini, yumuşak çeliğe bırakmıştır. Dövme demir, pik demirin, hava varlığında, erimiş halde tutulmasıyla ya-



Uygun boyutlardaki (50 mm) filizler, doğrudan doğruya fırına gönderilir. Ancak büyük parçalar ezilir. Bu işlem sonucu çıkan toz ve küçük parçalar, ıskarta bölümüne alınır. Orada kok ile karıştırılarak, bir eleğe verilir. Karışım, ocakların altındaki gaz püskürtücülerince ateşlenir ve aşağı doğru çekilir. Demir bakımından zengin sinter, daha sonra yüksek fırına gönderilir. (solda)

Bir atın oksi-hemoglobininin elektron yoğunluğunu gösteren model. Kırmızı diskler, porfirin pigmenti ile demirden oluşan hem'i göstermektedir. (altta)

pılır. Karbon, silisyum, fosfor ve manganez gibi yabancı maddelerin çoğu, bu yolla yükseltgenerek ayrılır. Demir, arılık derecesi arttıkça, katılaşır ve hamura benzeyen bir kütle, daha sonra fırından alınarak, ağır çekiçlerle ve preslerle mekanik olarak işlenir.

Dökme demirler: Döküldüğünde yüzde 1,5'tan daha az silisyum içeren demir, sert ve kırılgandır. Çünkü içindeki yüzde 3-4 oranındaki karbonu, yapısında demir karbür (sementit) biçiminde bulundurur. Kırık yüzeylerinin parlak ve beyaz bir görünümü olan bu demire, *beyaz dökme demir* denilir. Beyaz dökme demir kolayca işlenemez ve yalnızca, aşınmaya karşı direncin birinci derecede önem kazandığı yerlerde kullanılır.

Asit pik demirinde bulunan yüzde 2-4 silisyum, karbonun demir karbür yerine, grafit yaprakçıları halinde bulunmasına neden olur. Bu halde kolayca işlenebilir, ama grafit yaprakçıkları nedeniyle kırılgandır. Grafit aynı zamanda, metalin kırık yüzeylerine donuk bir görünüm verir. Bu nedenle, söz konusu türe, *gri dökme demir* denir. Motor silindirleri, tezgah yatakları, döküm kalıpları, soba parçaları ve volanlar gibi yerlerde yaygın olarak kullanılır.

Yapısı ve özellikleri bakımından beyaz dökme demir ile gri dökme demir arasında yeralan *kır dökme demir*, bir başka dökme demir türüdür. Beyaz ve gri bölgelerin karışımından oluşur.

Beyaz dökme demirlerin ısıl işlemden geçirilmesiyle, «*dövülgen demir*» adı verilen değişik alaşımlar elde edilebilir. Kullanılan yöntemlerden birinde döküm, 800°C ve 950°C'ta, kalıbın yüzey tabakalarından karbonun ayrılmasını sağlayan denetimli yükseltgenme atmosferinde tavlanır. Bu biçimde işlenmiş demir, *beyaz dövülgen demir* diye nitelenir ve kırılmalara karşı dirençlidir.

Modern bir yüksek fırın (Galler'de). Solda yüksek fırın, sağda da üç ısıtıcı görülmektedir. Dışardan çekilen soğuk hava, fırının altında bulunan borulardan geçirilerek ısıtılır. (altta)

Öteki ısıl işlemlerde beyaz dökme demir, buna benzer biçimde, ancak daha uzun bir süre boyunca ve daha yansız bir atmosferde (yani ne indirgeyici ne de yükseltgeyici) tavlanır. Yüzeye yakın tabakalardan bir miktar karbon yitirilir; ama en önemli etki, kırılgan karbürün, döküm boyunca pul ya da küçük yumru biçiminde grafite ayrışmasıdır. Bu durumda, grafitin dayanıklılık üstündeki olumsuz etkisi, en düşük düzeye iner ve *siyah dövülgen demir*in mekanik özellikleri, yumuşak çeliğinkine yaklaşır.

Kalsiyum, magnezyum ya da seryum gibi maddelerin erimiş demire, gri demirin dökümünden hemen önce eklenmesi, grafitin biçimini değiştirir. Kırılganlığa neden olan yaprakçıklar yerine, küresel yumrular halinde çökmesini sağlar. Özgül elementlerin eklenmesine «*aşılama*» adı verilir, son ürüne de *yumru grafitli dökme demir* denir.

Son yıllarda, dökme demirin mekanik özelliklerini, birçok uygulamada yumuşak çeliğin yerini alabileceği noktaya kadar artırma yolunda çalışmalar yapılmış ve yeni alaşımlar bulunmuştur.

Demir bileşikleri: Demirin önemi, bir metal olarak taşıdığı değerden ileri geliyorsa da, filizlerde raslanan bileşiklerden başka bileşikleri de vardır. Sözgelimi, *hemoglobin*'in önemli bir bileşenidir. Hemoglobin, omurgalıların kanı ile bazı kaslarında ve omurgasızların kan plazmasında bulunan kırmızı solunum pigmentidir. Görevi, dokulara oksijen götürmektir.

Demir, geçiş elementi olduğu ve bu yüzden DEĞERLİK'i değişken olduğu için, bileşikleri iki ayrı sınıfa ayrılır: +2 değerlikli demir (II) (Fe^{2+}) bileşikleri; +3 değerlikli demir (III) (Fe^{3+}) bileşikleri. Başlıca demir filizi olan, demir (III) oksit (ferrik oksit) (Fe_2O_3) çok serttir ve parlatma işleminde AŞINDIRICI olarak kullanılabilir. Kırmızı renginden dolayı boya maddesi olarak da yararlıdır. Demir oksit, suyla bilurlaşmış halde ($Fe_2O_3.H_2O$), pas oluştur (Bk. KOROZYON ÖNLEME). Demir (III) klorür ($FeCl_3$) pissuların pıhtılaştırılmasından, klişeciliğe kadar birçok uygulama alanı bulur. Demir (II) sülfatın tannik asitle ve başka bazı bileşiklerle birleştirilmesiyle elde edilen MÜREKKEP'te demir bileşiklerinin yükseltgenmesinden yararlanılır. Hava ile temas sonucu, siyah, demir (III) tannat oluşur.

DEMİRYOLU (tarih)

Demiryolu, bir gereksinimi karşılamak için çeşitli yerlerde ortaya çıkarılıp, daha sonra deneysel olarak geliştirilen sistemlere iyi bir örnektir. Temelde, araç yükünün altyapı üstünde eşit olarak dağılması için, başka çubuklarla (taş, tahta, çelik ve betondan olabilir) desteklenmiş, metal ya da ahşaptan yapılma paralel raylardan ya da çubuklardan oluşur. Bu tür hatlar Ortaçağ'da, Avrupa'daki madenlerde kullanılıyordu. İngiltere'ye XVI. yüzyılda giren demiryolu, XIX. yüzyılda yeniden bir İngiliz buluşu olarak Avrupa'da tanındı.

Demiryollarına, başkalarının mülkleri üstünden geçme hakkı tanıyan ilk yasa 1758'de İngiltere'de çıktı. 27 Eylül 1825'te açılan Stockton ve Darlington demiryolu dünyanın ilk kamuya açık buharlı tren demiryoluydu; ama tek bir LOKOMOTİF'i vardı; yolun büyük bölümünü atlar tarafından çekilerek alıyordu ve eğik düzlemleri aşmak için, iki BUHAR MAKİNASI'ndan yararlanılıyordu.

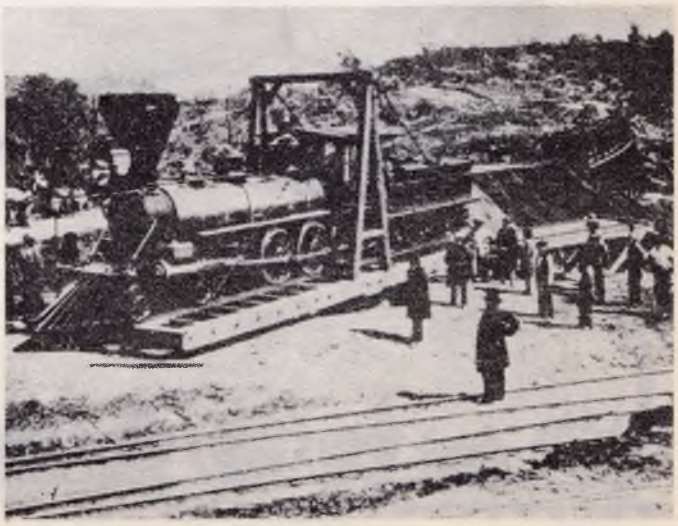
Demiryollarının ağır yükler ve yolcu taşıma konularında sağladığı yararlar, projelerin hızla çoğalmasına yolaçtı. 48 km uzunluğunda olan ve ciddi mühendislik sorunları içeren Liverpool-Manchester demiryolu, genel taşıma için yapılan buharlı tren demiryollarının klasik örneği oldu.

Demiryolu yapımı ve işletmesinde İngiltere'nin sağladığı başarının sonucu olarak, Fransa da demiryolları yapmaları için İngiliz mühendisleri çağırdı. Bu ülkede hâlâ bazı hatlarda demiryolu trafiğinin soldan olması bunun sonucudur.

Ray açıklığı: İngiltere'deki demiryollarının çoğu Stockton-Darlington Demiryolunda kullanılan 1.4? m'lik açıklığı benimserken, Great Western (Büyük Batı) Demiryolu işletmesi mühendis İsambard Kingdom BRUNEL'in öğüdünü tutarak 2,13'lük açıklık kullandı. Bu durumun tüccarlar için zorluklara neden olması yüzünden, 1846'da Demiryolu Açıklıkları Yasası çıkarılarak, özel izin alınmadıkça bütün demiryollarında standart açıklıklar kullanılması öngörüldü.

Açıklık ne kadar dar olursa demiryolunun yapımı ve bakımı o kadar ucuz olur. Dünyanın az gelişmiş bölgelerinde ve dağlık alanlarda, genellikle dar açıklıklar kullanılır. 1863'te Robert Fairlie'nin tasarımlarına göre yapılan lokomotiflerle Galler'deki 0,85 m açıklıklı Festiniog Demiryolu'nda buharlı tahrikten yararlanılmıştı. Robert Fairlie daha sonra dar açıklıkların yapılması için bir kampanyaya öncülük etti. Ama İngiliz mühendislerinin ve lokomotiflerle vagonlarının dışsa-

Central Pacific demiryolunun lokomotifi «Conness», 1864'deki demiryolu yapımı sırasında döner platform üstünde. Öndeki «mahmuz» Amerikan lokomotiflerinin bir özelliğiydi.



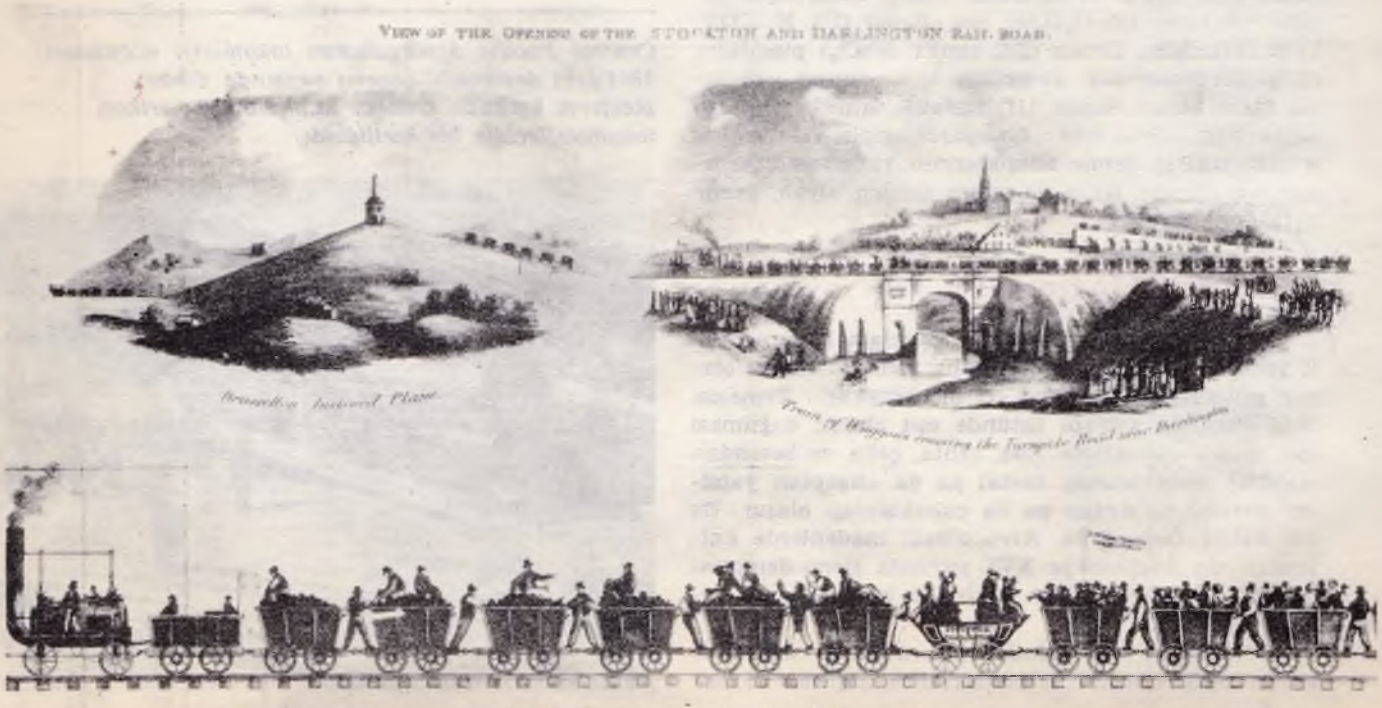
Arjantin demiryollarının bir tahta vagonu (üstte) İlk çelik vagonlar çok ağırdı; modern tasarım ve alaşımlar ağırlıklarını azalttı.
1825'te Stockton-Darlington Hattı (altta) Solda arka planda Brusselton kulesi ve eğik düzlem görülebilir; sağda, tren Darlington yakınlarındaki paralı yoldan geçerken. Treni yöneten sürücü ve kömürlerin üstünde oturan yolcular görülmektedir.

tımı yüzünden açıklığın 1,5 m olduğu Finlandiya ve Rusya dışındaki Kuzey Amerika ve Avrupa ülkelerinin çoğunda demiryolları standart açıklığa göre yapılmıştır.

Kıtalaraşırı demiryolları: İlk kamu demiryolu 1830'da Amerika'da açıldı. Daha sonra demiryolları hızla gelişti. *Pioneer* (öncü) adlı ünlü lokomotif ilk kez 1848'de Şikago'dan hareket etti. Bu kent sonraları dünyanın en büyük demiryolu merkezlerinden biri oldu. Atlas Okyanusu ve Büyük Okyanus ilk kez, 9 Mayıs 1869'da Union Pacific hattıyla Central Pacific hattının birleştiği Utah eyaletindeki Promontory Noktası'nda yapılan ünlü bir törenle birleştirildi. Canadian Pacific hattı, 1885'te Kanada'yı boydan boya aştı. Demiryolunun tamamlanması, İngiliz Kolombiyası'nın Kanada topraklarına katılmasının koşullarından biriydi ve üstünde hemen hiç insan yaşamayan bu topraklarda, önemli ayrıcalıklar elde edilmişti.

Transsibirya Demiryolu'yla Asya'nın aşılması 1890'larda Rusya tarafından başlatıldı ve vapurla geçilen Baykal gölü dışında, 1902'de tamamlandı. Gölün güneyinden dolaşan demiryolu da, birçok tünel yapılarak 1905'te tamamlandı. Günümüzde, bu yolun yarıdan fazlasına elektrik verilmiştir. 1863'te de Doğu Ekspresi, Paris'ten kalkarak yolcularını İstanbul'a ulaştırdı.

Lokomotif ve Vagonlar: Eskiden yolcu vagonları, tümüyle ahşaptı. 1900'lere gelindiğindeyse, çelik çerçeveler yaygınlaştı. Bunun üstüne, vagonlar bütünüyle çelikten yapılmaya başlandı ve çok ağırlaştı. İki adet altı tekerlekli bojiden oluşan 26 m boyundaki bir A.B.D. vagonu 80 tondan daha ağırdı. Sonraları, yeni hafif çelik alaşımları ve alüminyum kullanılmaya başlan-



A.B.D'nde kıtayı bir boydan bir boya geçen demiryolunun Promontory'de (Utah'da) tamamlanışı (10 Mayıs 1869). Union Pacific ve Central Pacific demiryolları, yapılan bir törende altın çiviyle birleştirildi.

dı; 1950'lerde A.B.D'nde Budd şirketi yalnızca 27 ton gelen 26 m'lik bir vagon yaptı. Yaysız, yastıksız, vb. yapılan bojilerle tasarruf başladı. Yeni tasarımda, dört tekerlekli her bojide yalnızca iki havalı yay kullanılarak, sağlamlık ya da dengede azalma olmadan, vagon ağırlığı 8 tondan 2,75 tona düşürüldü. Vagonun iç donanımı, cam takviyeli plastikten kalıplanarak yapılmıştı.

İlk *artiküle* (birbirine eklenebilen) vagonlar 1907'de yapıldı. İngiliz Great Northern Demiryolu'nun, yüksek hızlar için elverişli olmayan birkaç dört tekerlekli kısa vagonu vardı. Bu vagonlar, her iki uçta ve orta bağlantının altında birer tane olmak üzere, ünite başına iki tane düşen üç adet dört tekerlekli bojiyle birleştirilmişlerdi. Dörtlü ve beşli üniteler de yapıldı; ama bunun aşırı ısınmış bir dingil yatağının bütün üniteyi işlemez duruma getirebilmesi gibi bir sakıncası vardı.

Tren vagonlarını birleştirmede kullanılan İspanyol Talgo sistemi, Goicoechea tarafından yapılmış daha başarılı bir birleştirme tasarımıydı. Kısa üniteler, bir uçlarında tek bir dingil, öbür uçlarında da öndeki vagonun bir parçasını oluşturan bir mille birbirine bağlanarak, bütün treni eklemeli bir çerçeve haline getiriyordu. 1950'den sonra bu sistem İspanyol demiryollarında ve A.B.D'nde banliyö hatlarında kullanıldı.

1880'lerde A.B.D'nde, demiryolu işçileri için gezgin yatakhane olarak kullanılan, iki katlı ve pencereli tahta vagonlara «gökdelen» deniyordu. Demiryolları için dağlarda tüneller yapılmaya başlandığı zaman, bu vagonların yüksekliğinin azaltılması gerekti. İkinci Dünya savaşından sonra, bu kez yolcuların Batı Amerika hatlarındaki güzel manzarayı seyredebilmelerini sağlayan, plastik üstlü ve daha derli toplu iki katlı vagonlar yapıldı.

Vagonlarda aydınlatma, önceleri kandillerle sağlanıyordu. Daha sonra gaz lambaları kullanılmaya ve

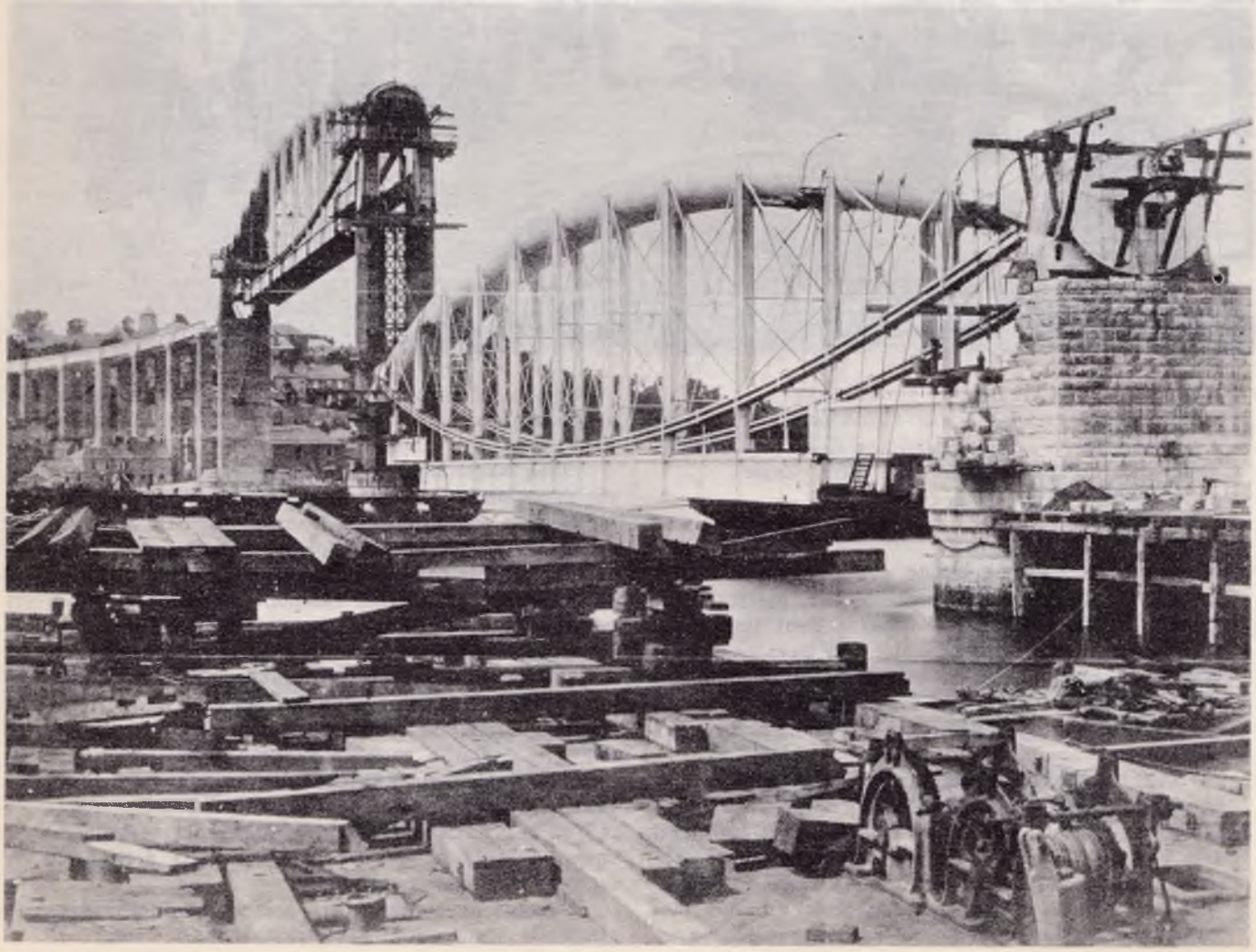
her vagonda bir gaz tüpü taşınmaya başlandı; ama bu, kazalarda ya da raydan çıkma gibi durumlarda tehlike yaratıyordu. Son olarak, her vagonda bulunan ve dingil tarafından çalıştırılan dinamoların sağladığı elektrikle ışıklandırma başladı. Tren dururken akümülatörlerden yararlanılıyordu. İlk günlerde vagonlar, sıcak suyla dolu metal kaplarla ısıtılıyordu. Daha sonra lokomotiften vagona boruyla buhar gönderilmeye başlandı; ama bu, motorun fazladan bir güç harcamasını gerektiriyordu. Günümüzde ışıklandırmada olduğu gibi, ısıtmada da elektrik kullanılmaktadır.

Yataklı vagonlar ilk kez A.B.D'nde 1837'de, Cumberland Valley Demiryolu'nda yapıldı. George Pullman'ın ilk vagonlarıysa, Şikago-Alton hattında 1859'da işlemeye başladı ve 1867'de Pulman Palace Vagon Şirketi kuruldu. Avrupa'da 1876'da Uluslararası Yataklı Vagon Şirketi kuruldu. Bu arada Liège'li George Nagelmackers ve Amerikalı William D'Alton Mannda 1873'te Paris ile Viyana arasında yataklı vagon çalıştırmaya başladılar.

Yük vagonları, çeşitli ülkelerin gereksinimlerine göre geliştirilmiştir. Kuzey Amerika'da 2 km uzunluğundaki yük katarları, kesiksiz 1 600 km kadar yol aşar ve hammadde ya da yiyecek gibi yükler taşırlar. 70 - 80 tonluk yük vagonlarının, dörder tekerlekli iki bojisi vardır. Daha yoğun bir nüfusu ve birbirine çok yakın kentleri olan İngiltere'de, taşınan yükün büyük bölümü, küçük işlenmiş ürünlerden oluşur ve bütün öteki ülkelerden daha küçük, dört tekerlekli, 24,5 ton kapasiteli vagonlar kullanılır. Çelik ray taşıma vagonları, kimyasal maddeler için tanker vagonlar ya da 50 tonluk tuğla vagonları gibi, özel amaçlar için kullanılan boji vagonlar da vardır.

Kuzey Amerika'da yük trenleri tek raylı hatlar üstünde, saatte ortalama 100 km hızla uzun yollar aşarlar. İngiltere'de, yük trenlerinin önceleri yalnızca el frenleri vardı ve bunlar ancak tren dururken kullanılabiliyordu. Bu durumda güvenlik gereği, çok daha düşük hızlarla yol almak zorunda kalınıyordu. İngiltere'

Saltash'de (Cornwall'de) Royal Albert köprüsü. İ.K. Brunel tarafından yapıldı. 1855-1859 arasında inşa edildi. İnşaat ileri bir mühendislik bilgisi gerektiriyordu. Bu köprünün orta payandası 28 metre derinliğe gömülmüştür.



de demiryollarının çoğunda, daha hızlı yolcu trenlerine yol açmak için dört ray bulunmasının nedeni budur. Daha sonra yük vagonlarının birçoğu *borularla donatılarak* sürekli FREN'leri olan trenlere bağlandı Günümüzdeyse havalı fren sistemi yaygınlaşmaktadır.

İlk vagon bağlantı sistemi, duruş ve kalkışlarda sarsıntıyı engelleyemeyen kanca ve tamponlardan oluşuyordu. Daha sonra yaylı vida bağlantılarıyla birleştirilmiş yuvarlak tamponlar geliştirildi. *Otomatik bağlantı* ise artık standart sayılmaktadır. Çelikten yapılmış bu bağlantı, yatay olarak uzanan bir ekleme benzer. Önündeki vagona doğru itilince otomatik olarak onun bağlantısıyla birleşir ve pimi çıkarılmadıkça da ayrılmaz.

Soğutmalı taşımacılık, ilk kez 1851'de New York' tan Boston'a içi buzla doldurulmuş ve talaşla yalıtılmış bir tahta vagon içinde gönderilen tereyağla başladı. Karayolu taşımacılığında olanaklı olan mekanik soğutmaya karşın, 1960'lara kadar A.B.D'nde besin maddelerinin büyük bölümü hâlâ trenlerle taşınıyordu. Mekanik soğutmanın kuruluş ve bakım masraflarının çokluğu yüzünden, trenlerde soğutma hâlâ, genellikle uçlarındaki depolara buz doldurulmuş, 10-15 cm kalınlığında yalıtma maddeleriyle kaplanmış vagonlarda soğuk havanın dolaşımını sağlayan pervanelerle gerçekleştirilir.

Savaşta demiryolları: Demiryollarının önemli ölçüde ön plana çıktığı ilk savaş, Kuzeylilerin demiryollarını Güneylilerden daha iyi örgütlemeyi ve kullanmayı başardığı Amerika İç savaşıydı (1860-1865). Bu savaşa damgasını vuran önemli bir olay da *General* adlı bir lokomotifin Güneyli ajanlar tarafından kaçırılışı olmuştur.

Birinci Dünya savaşının çıkış nedenlerinden biri de, çeşitli ülkelerde demiryollarını, vagon ve lokomotifleri de içeren taşıma planlarının en küçük ayrıntılarına kadar planlanmış olması; ama bu planlar uygulamaya geçtikten sonra, onları durdurmaya yarayacak hiç bir önlem düşünülmemesidir. 1917'de A.B.D'nde İç savaştan alınan dersler unutulmuştu ve yük trenleri, yüklerini boşaltmak için herhangi bir donatımdan yoksun olarak gidecekleri yerlere gönderiliyordu. Bunun üstüne, bu ülke tarihinde ilk (ve son) kez, demiryollarının yönetimini kısa bir süre için hükümet devraldı.

Buna karşılık İkinci Dünya savaşında A.B.D. demiryolları olağanüstü ölçüde işe yaradı. Çok küçük bir araç artışıyla 1944'te, 1938'dekinin 2,5 katı yük taşınabiliyor ve silahlı kuvvetlere çeşitli kapasitelerde 300 000' den çok insan kazandırılıyordu. Çarpışma alanlarında ve Kore savaşı gibi daha sonraki savaşlardaysa, düşmanın demiryolu sistemini etkisiz duruma getirmede güçlük çekildi. Tek tek noktaları bombalamak zor, bölgesel yoğun bombalama da pahalıydı. Üstelik her iki durumda da, demiryolları kolay ve çabuk bir biçimde onarılabiliyordu.

Devlet demiryolları: Demiryollarına devletin el atması, İngiltere'de halkın güvenlik kuralları koyulması istemiyle 1840'ta çıkarılan Lord Seymour yasasıyla başladı. Bunu 1846'da, daha önce sözü edilen Gauges

Abergynolwyn'de dar ray açıklığı. Galler gibi küçük ve dağlık ülkelerde, dar rayların kullanımı, demiryolu yapımını daha kolay ve ucuz hale getirmiştir. Uzaklıklar çok kısa olunca, ray açıklığının maksimum hızı sınırlandırmasının önemi kalmaz.

Act (Demiryolu Açıklıkları Yasası) izledi. O zamandan beri, her ülkede demiryolları, ulusal kaynakların en önemlilerinden biri olarak görülmektedir.

Fransa'da 1851'den sonra, araçlarını ve işçilerini hükümetin; raylarını, vagonlarını ve lokomotiflerini şirketlerin sağladığı bölgesel sistem projeleri için ayrıcalıklar tanınmaya başlandı. Hatları yavaş yavaş devletin devralması için bazı hazırlıklar yapılmıştı. 1937' de de sermayesinin yüzde 51'i devletin, yüzde 49'u şirketlerin olan Société Nationale des Chemins de Fer Français (SNCF) kuruldu.

Belçika demiryolları 1835'te kuruluşundan bu yana devlet tarafından yönetilmektedir. Prusya Devlet Demiryolları 1850'de yapılmaya başlandı. Aynı yılın sonunda 87 km'lik bölümü açılmıştı. İtalya ve Hollanda demiryolları 1839'da yapılmaya başlandı. İtalya 1905-1907 arasında, Hollanda da 1920-1938 döneminde demiryollarını devletleştirdi. İngiltere'de başlıca demiryollarının devletleştirilmesine 1 Ocak 1948'de başlandı. Avrupa'da genellikle ana hatlar devletindir. Küçük demiryolları ise ya kişilerin mülkiyetindedir ya da yerel yönetimler tarafından işletilir. *Türkiye'de demiryolu yapımına* yabancı şirketlerce başlandı. 1854 yılında Kahire-İskenderiye demiryolu, 1871'de İzmir - Aydın demiryolu açıldı. Sonra Osmanlı hükümeti de demiryolu yapımına girişti ve ilk olarak 1873'te, Anadolu-Bağdat hattının bir bölümü olan İstanbul-İzmir hattı tamamlandı. Cumhuriyet döneminden sonra bir yandan demiryolları yapımına hız verilip yurdun çe-

şitli köşeleri birbirine bağlanırken, motorlu trenlerin işletmeye konmasıyla (1951'den sonra), karayolu taşımacılığıyla rekabete girişildi. Toplam demiryollarının 9 383 km'yi bulmasından sonra, Sirkeci-Halkalı, Haydarpaşa-Gebze, Arifiye-Adapazarı arasında elektrikli trenler kullanılmaya başlandı. Günümüzde Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demir Yolları İşletmesi, 2 000'e yakın lokomotifi, 20 000'e yakın yük vagonu ve 75 000'e yakın personeliyle dev bir kuruluştur.

Amerika Birleşik Devletleri'nde İç savaşla, Birinci Dünya savaşı arasında, öteki önemli sanayi kollarının yanı sıra demiryolları da, ülke geliştikçe olağanüstü bir gelişme gösterdi. Sanayicilerin ulusal hükümetten daha güçlü oldukları dönemde, mali rekabet kızışmıştı. Sonunda, nerdeyse tekelleşecek olan demiryolu taşımacılığını düzenleme amacıyla, 1887 yılında Eyaletlerarası Ticaret Yasası çıkarıldı. İkinci Dünya savaşından sonra, yük ve yolcu taşımada öteki sistemlere oranla daha verimli olmasına karşın, devlet gelirleri eyaletlerarası otoyol yapımına harcanarak, karayolu taşımacılığı kârlı hale getirildi ve özel arabaların yaygınlaşmasıyla demiryolları yüzüstü bırakıldı.

1950'den bu yana birçok ülkede demiryolu yapımı durmuştur. Günümüzde nerdeyse bütün demiryolu sistemleri zarar etmektedir. Bununla birlikte, artan enerji sıkıntısı ve hava kirliliği yüzünden, demiryollarına yeniden ilgi gösterilmeye başlanmıştır.

Avrupa'da Uluslararası Demiryolları Birliği tarafından düzenlenen ortak işlerden bazıları, hızlı yolcu trenlerinden oluşan bir Trans Avrupa Ekspresi (TEE), buna benzer bir yük taşıma sistemi ve Avrupa otobüsü adı verilen, demiryollarıyla ilintili bir karayolu hizmetleri ağının kurulmasıdır.

A.B.D'nde demiryollarının devletleştirilebilmesi için bir anayasa değişikliği gerekir; ama 1971'den bu yana hükümet aşağı yukarı hiç ilgilenilmeyen yolcu taşıma hizmetlerini kurtarma yolunda çaba göstermektedir. 1 Mayıs 1971'de Ulusal Demiryolu Yolcuları Birliği tarafından ülke çapında, hükümetin tren hizmetlerine gereksinim olduğunu belirttiği 29 kente hizmet edecek 180 trenlik bir ağ oluşturmak için, *Amtrack* kurulmuştur. Amtrack demiryolu ağı çok sayıda insan tarafından kullanılmaktadır; ama Kongre'den yeterli mali destek sağlanmadığı için, özellikle yataklı vagonlarda çok önceden yer ayırtılması gerekmektedir.

Yolcu taşıma sisteminin canlandırılması, enerjinin pahalılaşması ve yük taşımada yeni yöntemlerin bulunması (Bk. DEMİRYOLU SİSTEMLERİ) İkinci Dünya savaşından sonra sanıldığı gibi, demiryollarının unutulup gitmesini engellemiştir. (Ayrıca bk. MANEVRA İSTASYONU, TEK RAYLI DEMİRYOLU, HIZLI ULAŞIM SİSTEMLERİ, DİZEL ELEKTRİK TAHRİĞİ, HAVAİ DEMİRYOLU)

DEMİRYOLU SİSTEMLERİ

Çağdaş demiryolu sistemlerinin temelini, yoğun trafik altında bozulmayacak raylar oluşturur. Bu raylar, yola enine yerleştirilen traverslere bağlanır. Eskiden ağaç traversler kullanılırken, günümüzde bunların yerini beton traversler almıştır. Yapılışında belli bir gerilim payı bırakılan bu traversler, tekerlek ile rayın birbirine dokunduğu noktada cm^2 başına 3 000 kg'a kadar ulaşabilen yükü, yol tabanına dağıtarak, cm^2 başına 30 kg yük düşmesini sağlar. Yumuşak arazilerde tren ağırlığının etkisiyle, rayın altından toprağın yanlara kaymasını önlemek için, çakılın altına, kalın polietilen tabakaları yerleştirilir.

Döşenen raylara içe doğru, 20'ye 1 oranında eğim verilir. Çelik raylar 15-20 yıl kullanılabilir. Ama bu ömrü uzatmak için, karayolunda olduğu gibi, kil tabaka-

Manganez çeliğinden yapılmış döküm raylar (altta) Vagon ağırlıklarının artması ve daha hızlı trenlerin ortaya çıkışı, yöntem ve gereçler konusunda daha geniş araştırmalar yapmayı zorunlu kılmıştır. Manganezin kendine özgü sertleşme nitelikleri vardır; bu çelikten yapılan ray, işlem sırasında da sertleşir ve sağlamlaşır.

sı üstüne ön gerilmeli beton dökülerek, kaplama yöntemi denenmektedir. Demiryolunun altyapısı yeniyken, karayolu altyapısına benzer. Ama eski bir demiryolu tabanından yararlanılacaksa, yeni beton dökümünden önce, eski taban bir bitüm tabakasıyla kaplanır. Raylar ise betona harç ya da özel reçinelerle bağlanır. Ray bağlantıları 10 mm kalınlığında tamponlarla esnekleştirilir. Ayrıca daha sarsıntısız bir yolculuk sağlamak için, ek sayısının azaltılması yoluna gidilmiştir. Bu yüzden ray çubuklarının uzunluğu, artırılarak önce 6 m'den 12 m'ye çıkarılmış, ardından 18 ve 24 m'lik çubuklar kullanılmaya başlanmıştır. Öte yandan, ek yerleri, birkaç km arayla bırakılan genleşme rayları dışında, birbirine kaynakla birleştirilir.

İşaretleme: Demiryollarının güvenliğinin sağlanmasında rol oynayan ikinci önemli etken, işaret sistemidir. Eskiden demiryollarında düzen, zamanlama ile sağlanıyordu. Çok geçmeden bu düzenin sakıncalı olduğu ortaya çıktı ve zamanlama sistemi yerine, blok sistemi kullanma yoluna gidildi. Blok sisteminde trenlerin tehlike doğuracak ölçüde birbirine yaklaşması işaretlerle önlenir. Bu amaçla kullanılan «semafor» adlı işaret aygıtları, kısa sürede yaygınlaşmıştır.

«*Güzergah devresi*» adı verilen denetim sistemi, tekerlekler yardımıyla bir raydan ötekine geçen elektrik akımını izleme ilkesine dayanır. Bu sistemi ilk kez A.B.D'nde, 1870'te William Robinson uygulamış, çok geçmeden Avrupa'da ve özellikle İngiltere'de yaygınlaşmıştır.

Trenlerin güzergah devreleriyle otomatik olarak denetlenen ve gündüz görülebilen ışık işaretleri (sinyal), ilk kez 1920'de Liverpool'da kullanıldı. 1926'da İngiltere güney demiryollarında dört renk işaret (kırmızı, sarı, çift sarı ve yeşil) görüldü. Bu sistem, hızlı trenlerin durmasını gerektiren durumlarda, iki blok önceden uyarılmasını sağlar.

Güzergah devreli kumanda sisteminde trenin bulunduğu yer, genellikle elektrik röleleri yardımıyla sinyal kabininde, yol planını gösteren ışıklı panoda izlenebilir. Günümüzde çok uzun olan demiryolu ağlarında, ışıklı panolarla trenlerin izlenmesi, sıradan bir olgu olmuştur. Sözgelimi, bir hareket memuru, 70 km uzaklıktaki bir istasyonu izleyebildiği gibi, bir sinyal kabininden en yoğun hatlar kolayca denetlenebilir. Modern pano sistemlerinde, trenin yalnız hareketi değil, bir bölgeden geçerken numarası bile görülebilir. Bilgisayarlarla trenlerin izlenmesi, kalkışın otomatik olarak bildirilmesi ve bazı istasyonlarda bulunan peron göstergeleri, artık çok sık raslanan yeniliklerdir.

İster elle, ister elektrik motoruyla kumanda edilsin, tren geçerken makasların oynamaması ve birleşen uçların, tren gidinceye kadar kenetli kalması gerekir. Ayrıca, rayların çok duyarlı bir ölçüyle (en çok 0,4

Sussex'te (İngiltere) bir kumanda tablosu. Bu sistem günümüzde de kullanılmaktadır; ama elle çalıştırılan birçok parçasının yerini modern merkezi sistemler almış, bazıları bilgisayara bağlanmıştır. (altta solda) Çelik endüstrisinde kullanılan modern bir kumanda tablosu. Büyük bir alandaki bütün makasları, bir tek kişi denetleyebilmektedir. (altta sağda)

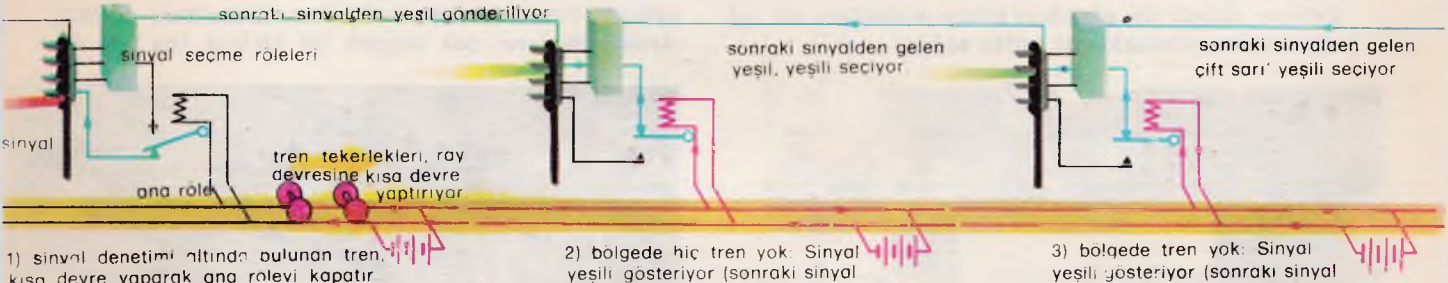
cm aralıkla) birleştirilerek, en küçük raydan çıkma olasılığına yolaçmaması zorunludur.

Son yıllarda ortaya çıkan gelişmeler arasında, kısa demiryollarında, özellikle de metro kavşaklarında kullanılan, otomatik makas sistemi de yeralır. Metrolarda tarifeye göre delikli kartlarla kumanda edilen plastik rulo, makas bağlantılarını kurar. Günümüzde, sürücü hazır olduğunda, iki düğmeye basarak metro trenini hareket ettirir ve kapalı devre televizyonuyla kapıların açılıp kapanışını izler. Ayrıca tren, önüne yerleştirilmiş indükleme bobiniyle iletilen kodlu uyarımlarla denetim altında tutulur. Kodlu uyarım gelmediğinde akım kesilir ve frenler devreye girer. Hareket ve hız denetimi, *kumanda spotları*yla sağlanır. Frekansı 100 Hz olan spot, saatte 1,6 km hızı gösterir ve frekans 15 kHz'e ulaşırsa akım kesilir. Frenlerin denetimi de çok duyarlıdır ve tren istenen noktada yumuşak bir frenlemeyle durur. Demiryolunda bir tren varsa, ikinci tren uyarım alamayacağı için, frenler otomatik olarak devreye girer.

Ayrıca, ana hatlarda kullanılan otomatik uyarı sistemiyle, gereğinde görsel ve işitsel yolla sürücü uyarılabilir. Bu uyarıyı sürücü fark etmezse, frenler otomatik olarak çalışır. Uyarı ve frenlemeyi, demiryoluna yerleştirilen magnetik bir kutu ile trendeki magnetik kutu arasında ışık işaretlerinin durumuna göre oluşan indükleme akımı sağlar.

Trenlerin denetimi: Trenlerin denetimi, kömür trenlerinin hareketini çabuklaştırmak ve yükleme işçileri ile makinistlere fazla mesai yaptırma zorunluğunu önlemek için İngiltere'de 1909'da uygulandı. Demiryolu ağının ayrıntılı planları ile lokomotif, vagon ve yüklerin denetim sistemi, İkinci Dünya savaşı sırasında ve ertesinde Batı ülkelerinde, özellikle İngiltere'de yaygınlaştı. Bu sistem kurulana kadar, trenlerin hareket düzenini sağlayan hareket memurlarına büyük sorumluluk düşüyordu. Demiryolu denetiminde önemli konulardan biri de seyir bildirimindeki gelişmelerdir. Söz konusu bildirimde vagon tipleri, vagon sayısı, izlenen yolun kodu, yükün niteliği, varış yeri ve saati gibi bilgiler, istasyondan istasyona ayrıntılarıyla iletilir.

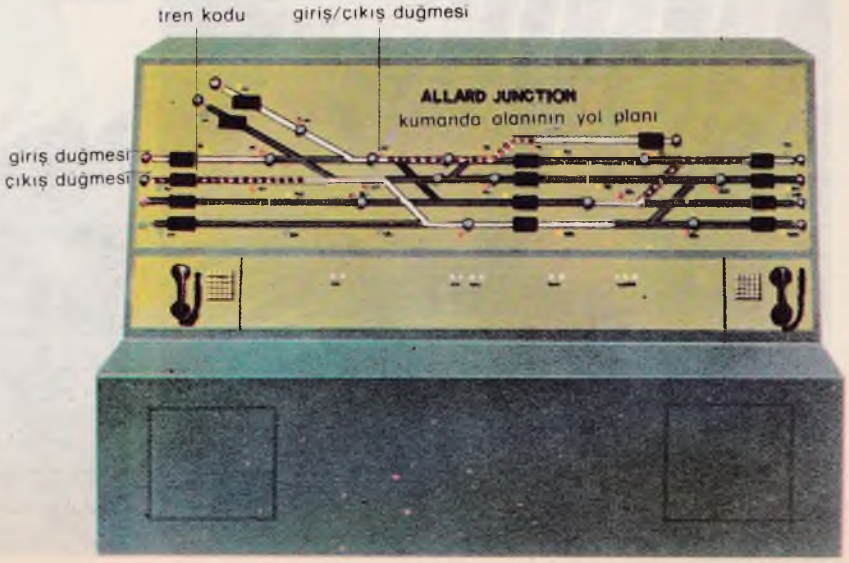
Modern bir sinyal sisteminin çizimi. (altta) Eskiden trenler, iki tren arasındaki zaman aralığına göre hareket ediyordu; ama trafiğin yoğunlaşmasıyla bu yöntem, güvenilir olmaktan çıktı. Bu yüzden, trenler arasındaki uzaklıklar, blok sistemi kullanılarak semaforlarla denetlenmeye başladı. 1870-1875 yılları arasında İngiltere ve A.B.D'nde elektrikli denetim sistemi geliştirildi. Aşağıdaki çizimde görülen sistem, yalnızca elektrikli düzeneklerle uzaktan kumanda edilmeyi sağlamakla kalmaz, trenlerin konumuna göre sinyalleri de belirler. Böylece sürücü, sinyallere uyduğu sürece yanlış yola girmez.



1) sinyal denetimi altında bulunan tren, kısa devre yaparak ana rölevi kapatır. Tren geçtikten sonra kırmızı ışık yanar.

2) bölgede hiç tren yok. Sinyal yeşili gösteriyor (sonraki sinyal yeşil ya da çift sarı olarak yakılacaktır).

3) bölgede tren yok. Sinyal yeşili gösteriyor (sonraki sinyal yeşil ya da çift sarı olarak yakılacaktır).



Giriş-çıkış tipi, sinyal kumanda kutusu. (sağda) Uygulamada bu tür bir kutu, kilometrelerce uzunluktaki hatları ve otuzdan çok treni aynı anda denetleyebilir.

Hareket memuru, giriş ve çıkış düğmelerine basarak, hat planı uyarınca trene yol verir. Böylece, yol boyunca makaslar açılır ya da kapanır ve sinyaller yanar. Makaslar ve sinyaller değiştiği zaman, plan üstünde yol, otomatik olarak beyaz ışıkla aydınlanır. Ayrıca tren, yol üstünde kırmızı renkle görünür ve o bölgedeki sinyallerle korunur.

A.B.D'nde Southern Pacific şirketinin sekiz yılda geliştirdiği bilgisayarlarla denetim sistemi, günümüzde yaygınlaşmış, Avrupa ülkeleri ve Japonya bu sistemi 1972'den sonra kullanmaya başlamıştır. Gelişmiş ülkelerde, özellikle kent metrolarında, bu sisteme çok sık raslanmaktadır.

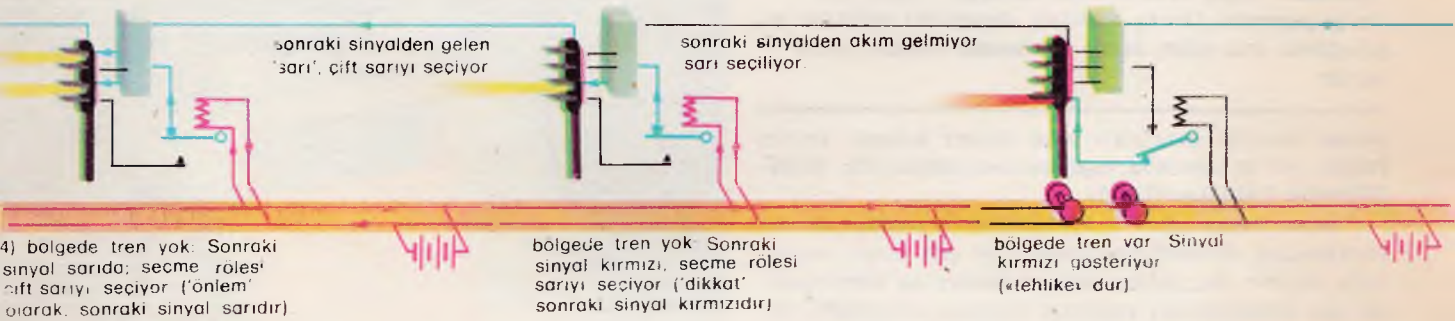
Gelişmiş ülkelerde, demiryolu taşımacılığının kalkıştan varışa kadar, yaklaşık beşte biri eksik yükle yapılır. Bu nedenle, yol boyunca belli istasyonlarda dizi-ye vagonlar eklenip çıkarılması gerekir. Sözgelimi İngiltere'de, 20 000 km'lik demiryolu ağında bu tür 600 istasyon bulunur. Bu istasyonlar 249 000 vagon ve 333 tanesi elektrikli olan 3 972 lokomotiften oluşan 2 500 yük katarına hizmet eder. Ne var ki, böylesine yoğun trafik, bilgisayarların yapabileceği ölçüde hızlı bir hesaplama, bilgi depolama ve sınıflandırma işlemlerini zorunlu kılar. Sisteme bağlanan bilgisayarlar, bütün bir demiryolu ağının denetimini otomatik olarak sağlar. Bilgisayara delikli kartlarla verilen bilgiler, vagonların yükleme ve boşaltma işlemlerini, konumlarını, katarın vagon türlerini, istasyonlara trenin varış ve kalkışını, lokomotifin yerini, vb. içerir. Bilgisayarlar ise şu konularda ayrıntılı bilgi sağlar: Yol boyunca ve istasyonlarda lokomotiflerin dağılımı; boş ve yüklü vagonların numaraları; toplam yük ve fren gücü; kalkış saatinin doğru olup olmadığını; boş vagonların yeri ve gereğinde kullanılıp kullanılmayacağı; çeşitli yerlerdeki trenlerin numaraları; ek vagonlar.

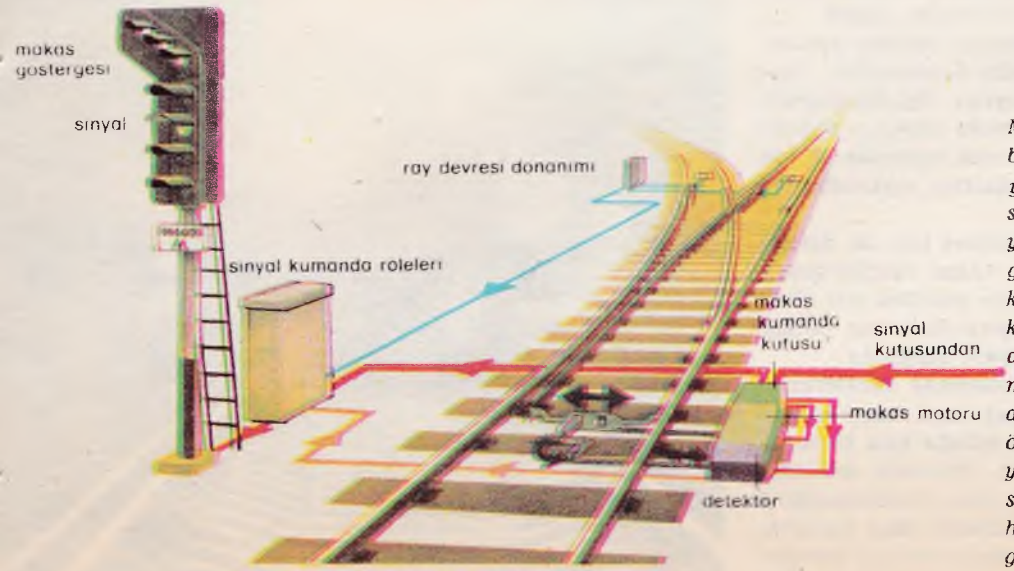
Böylece demiryolu ağına ilişkin ayrıntılı bilgi kolayca elde edilmekte, taşınan malın yeri, kalkışta ve müşterilerin malı boşaltması sırasında karşılaşılacak gecikmeler ve gelecek trafik yoğunluğunu ağın kaldırıp kaldıramayacağı hemen öğrenilmektedir. Bilgisayarlar, yanlış veri aldığında kendiliğinden bunu saptayacak biçimde programlanmıştır.

Yük taşımacılığı: Atlıkarıncaya benzeyen bir sistemle trenlerin durmasına gerek kalmadan, kömür ocaklarında yükleme yapılır. Varış istasyonlarında da saatte 3,2 km hızla yan yola alınan tren, otomatik bir aygıtla boşaltılır. Bu sistemle yük, otomatik olarak tartılır. Ayrıca, kömür dışındaki kuru yükleri de aynı sistemle yükleme ve boşaltma olanağı vardır.

Çimento gibi toz halindeki kuru yükler (dökme yükler), özel vagon ya da *konteyner*lere basınçlı havayla yüklenip boşaltılır. Demir filizi ise, 100 tonluk ağır vagonlarla (72 ton net yük) taşınır. Bu vagonlar, bir raf üstünde dönebilen dişli düzeniyle katara bağlandığından, trenden ayrılmak zorunda kalmaksızın 360° dönerek yükünü boşaltabilir. Öte yandan, gübre gibi ambalajlı ticari eşya, özel vagonlara çatallı istifleyicilerle yüklenir. Bu vagonların kapıları, istifleyicilerin vagonun her yanına ulaşabileceği biçimde yapılmıştır.

Günümüzde birçok demiryolu kuruluşunda büyük ölçüde *konteyner* stokları vardır. Uluslararası ölçülere göre, bunların genişliği 2,4 m, yüksekliği 2,4 m, uzunluğu ise, 3, 1 m, 6,1 m, 9,2 m ve 12,2 m'dir. Kon-





Makaslar ile sinyaller arasında bağlantılar vardır (solda). Makaslar yolu açmadan, sinyaller çalışmaz ve sinyal almadığı için tren yanlış yola girmez. Hareket memuru, tren güzergahını belirlediği zaman, kumanda kutusu makasların konumunu denetler ve gerekirse değişiklik yapar. Detektör, makasların konumunu denetleyen aygıttır. Sinyal verilmeden önce kumanda röleleri detektörü yoklar, kilitler ve sonra, gereken sinyali, kumanda merkezindeki hareket memurunun açtığı yola göre verir.

Japonya'da geliştirilen bir tren. Bazı Japon trenleri saatte 240 km hıza ulaşmaktadır. (üstte solda) İngiltere'de denenmekte olan bir yolcu treni.(sağda) Bu tren dönemeçli ve tünelli bir yolda saatte 210 km hız yapmıştır. Oysa, öteki trenler bu yolda saatte 130 km'yi geçemez. Deney treninin, dengesini sağlayan ve gereğinde ona eğim veren bir havalı süspansiyonu vardır.

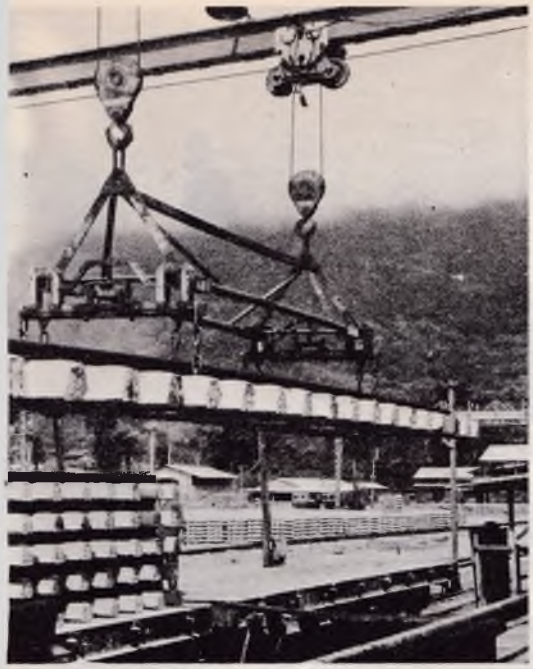
teyner trenleri genellikle beşli diziler halinde havalı frenli, 19,1 m boyunda vagonlardan oluşur (Bk. KONTEYNER TAŞIMACILIĞI).

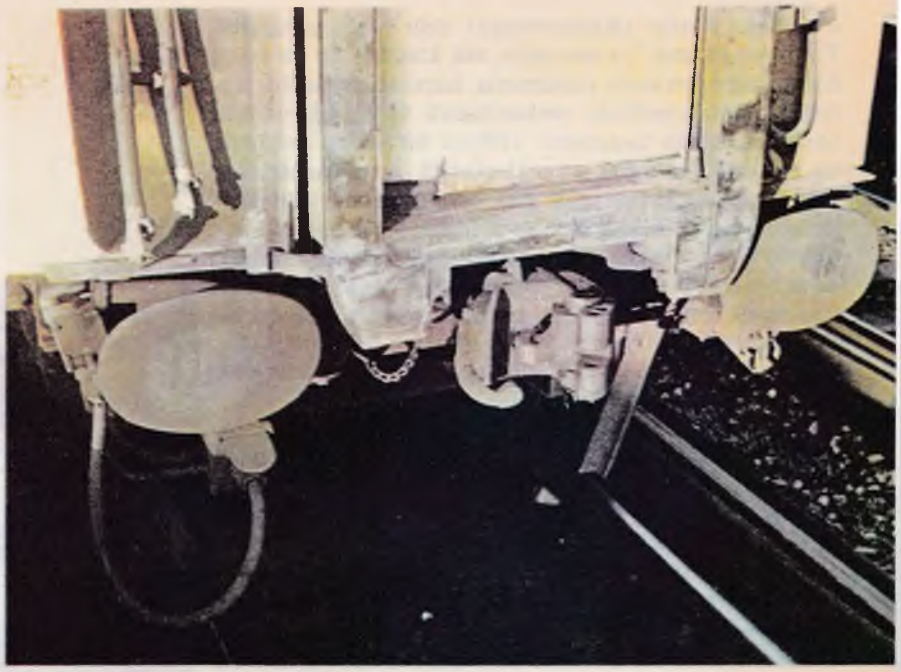
Demiryollarından otomobillerin taşınmasında da yararlanılır. Otomobiller, genellikle çift katlı vagonlarla taşınır. Bu yüzden birçok demiryolu kuruluşunda özel şirketlere ait vagonlar bulunur. Sözgelimi, İngiliz demiryollarında bu tür 20 000 vagon vardır.

Ayrıca, petrokimya endüstrisince üretilen tonlarca petrol ürününün taşınmasında demiryolları, boru hatlarına karşın önemli bir rol oynar. Sığ denizlerden çıkarılan kum ve çakıl da, demiryolu trafiğini yoğunlaştıran yüklerdendir. 100 gros tonluk vagonlar, 76 ton yük alır ve konveyörler ya da boşaltma makinalarıyla depolara aktarılır.

Sıvı ya da sıvılaştırılmış maddeler için de, demiryollarından yararlanılmaktadır. Ama fabrikalardan demiryolu yakınındaki özel yerlere getirilen sıvı oksijen ve sıvı azot gibi maddeler, iyice yalıtılmış tanker vagonlara aktarılarak, istenilen yere ulaştırılır.

Yolcu taşımacılığı: Batı ülkelerinde kentlerarası yolcu taşımacılığı, düzenli olarak saat başı kalkan trenlerle yapılır. Trafiğin yoğun olduğu bazı hatlarda bu süre, yarım saate kadar iner. Trenlerin ortalama hızı, saatte 160 km'dir. Ancak, bu hızla yetinilmediğinden, geliştirme çalışmaları sürmektedir. Bazı hatlarda hız, 200 km/saate çıkarılmıştır. Dizel motorlu trenler-





Hazır ray döşeyen bir makina.(üstte solda)
Kuzey Amerika Demiryolları'nda kullanılan bir kenetleme mekanizması.(üstte sağda)

le İngiltere'de 230 km/saat hız sağlanmıştır. Yeni geliştirilen bir başka yolcu treniyle de, saatte 240 km hız yapılması beklenmektedir. İtalya'da geliştirilen yeni bir sistemde, saatte 320 km hız amaçlanırken, Japonya ve Fransa'daki bazı hatlarda, 240 km hıza ulaşılmıştır.

Ne var ki, tekerlekli taşıtlarda tavan hız, saatte 300 km'yle sınırlı kalmaktadır. Çünkü, bu hızın üstünde sarsıntılar, hattâ vurular başlamakta, taşıt havalanma eğilimi göstermektedir. Hız dizisinde, 300 km/saat ile uçak hızı olan 500 km/saat arasındaki boşluğu hiç değilse kısa uzaklıklarda doldurmak için, hava yastıklı trenler denenmeye başlanmıştır. Tekerlekli araçların sürtünme yüzünden yitirdiği enerjiden, hava yastığı oluşturmada yararlanmaya çalışılmaktadır. Günümüzde hava yastıklı trenler İngiltere, Fransa, A.B.D. ve Japonya'da denenmeye başlanmıştır. Amerikalılar, düz U biçiminde öngerilimli betondan yapılmış bir yol denerken, İngilizler ters U ve Fransızlar ise ters T biçiminde özel yollardan yararlanma yönünü seçmiştir. Bugüne kadar ulaşılan sonuçlar, hava yastıklı trenlerin, özellikle yolcu taşımacılığında, geleceğin taşıtı olacağı kanısının yaygınlaşmasına yolaçmıştır.

DENGE, KİMYASAL BK. TERMODİNAMİK

DENİZALTI

DALGIÇ ÇANI'nın çalışma ilkelerinin, 2 000 yıldan beri bilinmesine ve Leonardo da Vinci'nin sualtı araçları için çeşitli çizimler yapmış olmasına karşın, sualtı denizciliği konusunda ilk araştırmalar ancak 1580 yılında başladı. O tarihte William Bourne adlı bir İngiliz deniz subayı, sualtında safralarla denge sağlamanın ilkelerine ilişkin bir tez yayımladı. Araştırmalar sonucu, ARKHİMEDES'in, yüzen bir nesnenin, kendi ağırlığına eşit miktarda su taşırması konusundaki buluşunu uygulayarak, bir sualtı aracının, içine su alarak ağırlaşıp batmasının olanaklı olduğu anlaşıldı. Dalışta içeri alınan suyun atılmasıyla, araç yeniden su yüzüne çıkabilecekti. Bu temel tasarı uyarınca, Cornelius van Drebbel adlı Hollandalı bir teknisyen, istendiği zaman dalıp, istendiği zaman su yüzüne çıkabilen ilk tekneyi yaptı. Teknede, deriden yapılmış, genişleyebilen bir bölme kullanıldı. Safra, bu bölmeye alınıyordu.

Kürekle yönlendirilen araçtan su yüzüne bir soluma tüpü uzatılmıştı. Drebbel, bu ilk denizaltıyı, Westminster'den Greenwich'e yüzdürmeyi başardı.

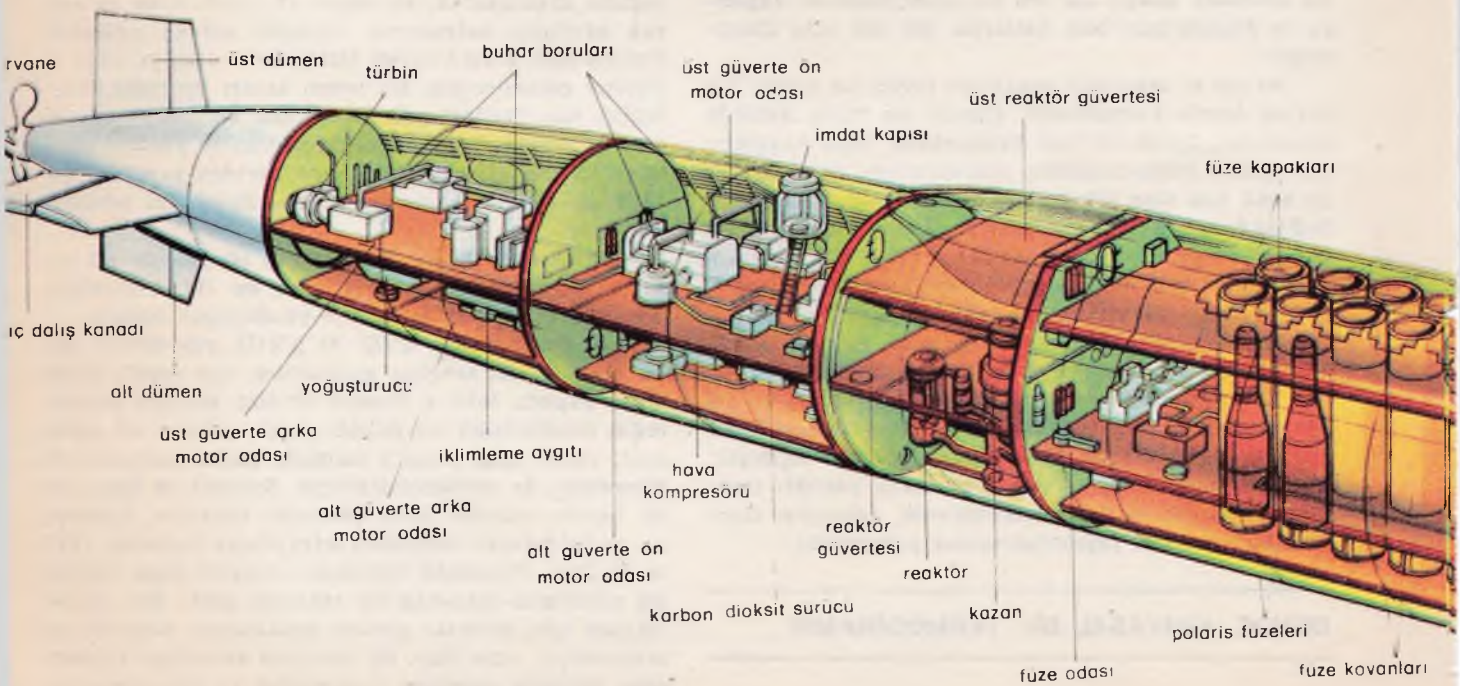
İlk denizaltılar: XVII. ve XVIII. yüzyıllarda daha etkin sualtı araçları geliştirmek için çeşitli denemeler yapıldı. 1653'te Fransız de Son, kurulan zembereğin döndürdüğü bir paletli çarkla çalışan bir sualtı aracı yaptı, ama başarılı olamadı. Safra konusundaki denemeler de sürdürülmekteydi. Symons ve Day adlı iki İngiliz, oldukça yalın çözümler buldular. Symons, su ile doldurulan tulumları safra olarak kullandı. 1773'te de Day, Plymouth limanına, dengesi kaya biçimli dış safralarla sağlanan bir tekneyle girdi. Bu, yüzeye çıkmak için, safralar içerden atılabilecek biçimde tasarlanmıştı; ama Day, ilk denizaltı kazasının kurbanı oldu. Derinlik denetimi yapamadığı ve safralarını atmakta güçlük çektiği için aracının, basınca dayanamayarak parçalandığı sanılmaktadır.

Üç yıl sonra, Bağımsızlık savaşında İngiliz gemileriyle savaşma yöntemleri arayan Amerikalı David

Bushnell, *Turtle* (Kaplumbağa) adlı aracı geliştirdi. Yumurta biçimli bu denizaltı, tek kişilikti ve bir mille döndürülen pervane yardımıyla hareket ediyordu. Ayrıca, zaman ayarlama mekanizmalı 68 kg ağırlığında barut hakkı da taşıyordu. 1776'da bir savaş gemisine ilk denizaltı saldırısı gerçekleştirildi, ama barutu, İngiliz gemisine tutturacak olan burgu, gövdeyi delemedi. 1800'de Amerikalı Robert Fulton, *Nautilus* adlı daha büyük bir denizaltı yaptı. Bu araç, iki deneme saldırısında gemi batırmayı başardı, ama savaşta hiç kullanılmadı. Pervanenin elle döndürülmesi, doğru derinlik denetimi yapılmayışı ve batırılacak geminin yanına gitme gereği gibi nedenler yüzünden araç, savaşta kullanılmaya hazır değildi.

1850'ye kadar önemli bir gelişme olmadı, ama bu yıldan sonra sualtı araçlarının gelişmesi hızla ilerledi. 1850'de Wilhelm Bauer adlı bir Bavyeralı, dökme gövdeli bir tekne yaptı. Bu tekne, ağırlıkların öne arkaya hareket ettiği ilk trimming sistemi örneğini taşıyordu. Denizaltı tasarımlarına başlıca mekanik yardımcı düzenlerin eklenmesi, ancak 1863'te Fransızların '*Plongeur*' adlı aracı yapmalarıyla gerçekleşti. Hem

Garrett'ın 1879'da yaptığı denizaltı. (sağda) Polaris denizaltısının kesit görünüşü. (altta) Nükleer güçle çalışan bu gemi, sualtında aylarca kalabilir. Her biri 4 500 km menzilli 16 Polaris füzesi ve geleneksel torpidolarla donatılmıştır. Füzeler, çok derinlerden fırlatılabilir ve istenirse nükleer başlık taşıyabilir.

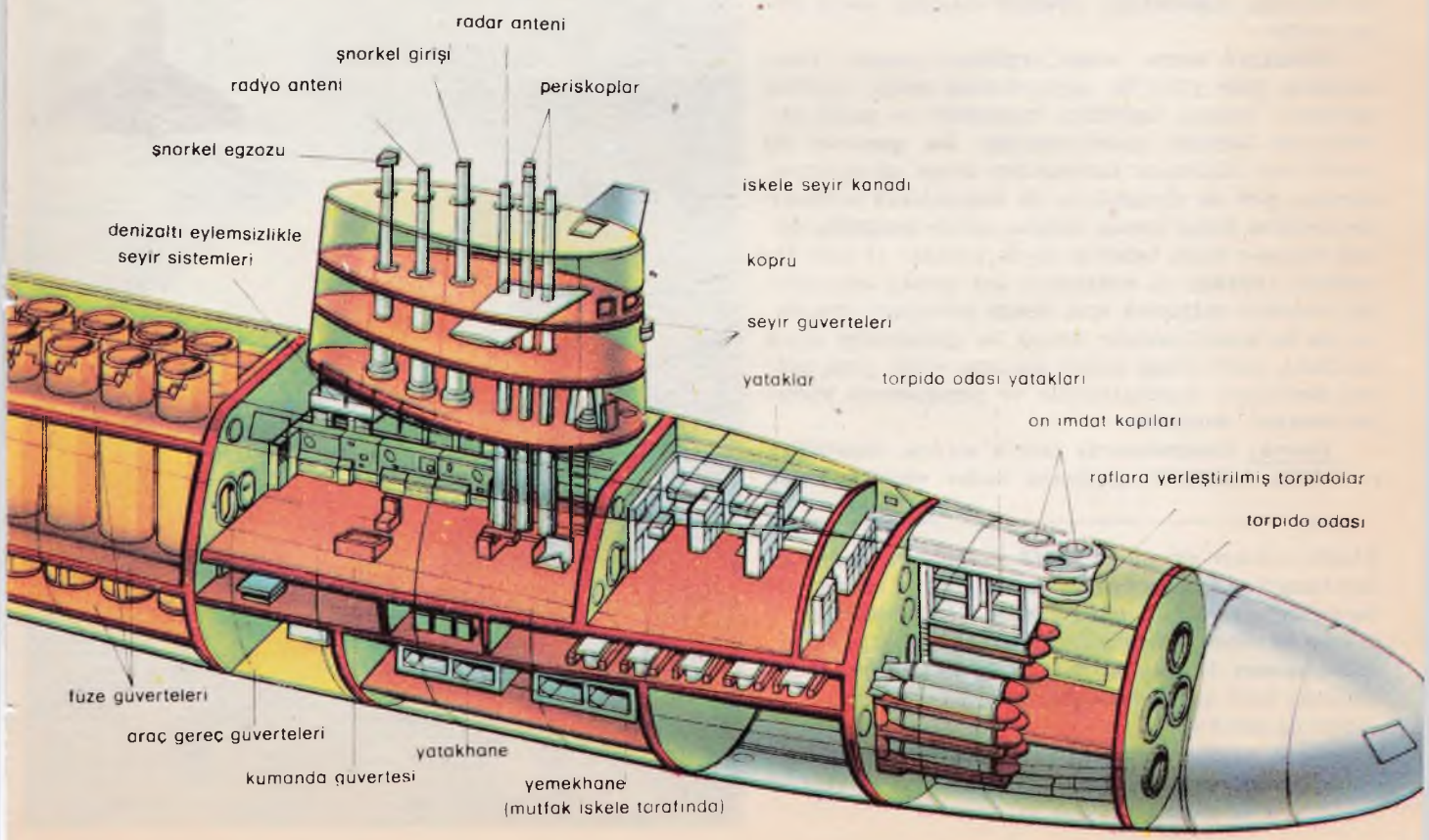


motorun çalıştırılmasında, hem de safraların atılmasında, şişelerde depo edilmiş sıkıştırılmış hava kullanılıyordu. Aynı yıl, buharla çalışan *Davids* adlı denizaltı, Amerikan İç savaşında kullanıldı.

O yıldan bu yana, denizaltıların yürütülmesinde ısı depolama, buhar motorları, elektrik motorları ve petrol (benzin) motorları gibi çeşitli yöntemler denendi. Ancak, bu alandaki en büyük gelişme, İrlandalı John P. Holland ve Fransız Laubeuf tarafından gerçekleştirildi. Holland'ın yaptığı bir dizi sualtı aracı ve Laubeuf'ün 1899'da tamamladığı *Narval* adlı araç, bugünün denizaltı filolarının ilk gerçek öncüleridir.

XX. yüzyılın ilk yıllarıyla birlikte, bütün büyük deniz kuvvetleri, bu yeni savaş biçimiyle ilgilenmek zorunda kaldılar ve denizaltı tasarımları günümüze kadar gelen temel ilkeler üstünde gelişmesini sürdürdü.

Modern tasarımlar: Teknenin dalabileceği derinliği, ana gövdenin mukavemeti belirler. Çelikten yapılan teknelerde eskiden parçalar birbirine perçinlenirdi, günümüzde ise, kaynak yapılmaktadır. Denizaltılar için kullanılan «puro biçimli» betimlemesi, bugün de geçerlidir. Aracın kesiti, en yüksek mukavemete erişebilmek için, yuvarlak olmalı ve üstünde olabildiğince az delik bulunmalıdır. Denizaltılardaki delikler şunlardan oluşur: Giriş kapağı; torpido kapakları; PERİSKOP borusu; tehlike anında çıkış kapakları (bunlar savaş sırasında kilitlenir); motor egzoz sistemi; *şnorkel* çıkışları; bazı *denge deposu* çıkışları; *parakete*. Bu deliklerin her birinde, tam dalış derinli-



ğindeki basınca dayanabilecek kapak sistemleri vardır.

Basınca dayanıklı gövdenin dışında kumanda kulesi, *safra sarnıçları* ve denizaltının dış kaplaması bulunur. Safra sarnıçları ya ana gövdeye asılı çıkıntılar halinde *askı depo* ya da basınca dayanıklı gövdenin tümünü kaplayan bütün bir kılıftan oluşan *çift gövde* tipinde olur. Bazı denizaltılarda, basınca dayanıklı gövdenin içine yerleştirilen iç safra sarnıçları kullanılıyordu. Ama bu düzenleme, gövdeye ek deliklerin açılmasını gerektirdiği için, dalış derinliğini azaltıyordu. Bu yüzden artık kullanılmamaktadır.

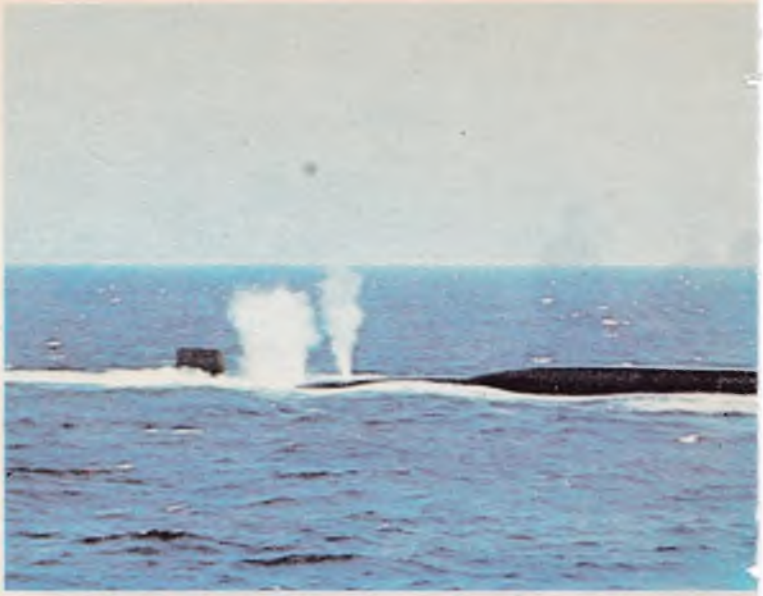
Her safra sarnıcının iki girişi olmalıdır. Sarnıcın dibinde yeralan giriş, dalışta gerekli safrayı (suyu) almak ve yüzeye çıkışta sıkıştırılmış hava yardımıyla bunu dışarı atmak içindir. Sarnıcın tavanında yeralan giriş ise, suyun girebilmesi için içerdeki havayı boşaltmada kullanılır. Alttaki giriş, yalnızca bir delikten oluşuyorsa sarnıca, *serbest dolan* denir. Bu girişe, *Kingston supapı* denen bir supap da yerleştirilebilir. Tavandaki supap, *ana delik*'tir.

Dalış: Denizaltının dalması için önce bütün Kingston supapları açılır. Ardından ana delik de açılarak, basınçlı hava dışarı atılır. Bu, denizaltıyı *nötr yüzer* denen duruma getirir, yani aşağı doğru ufak bir kuvvet etkiterek, aracın batması sağlanabilir.

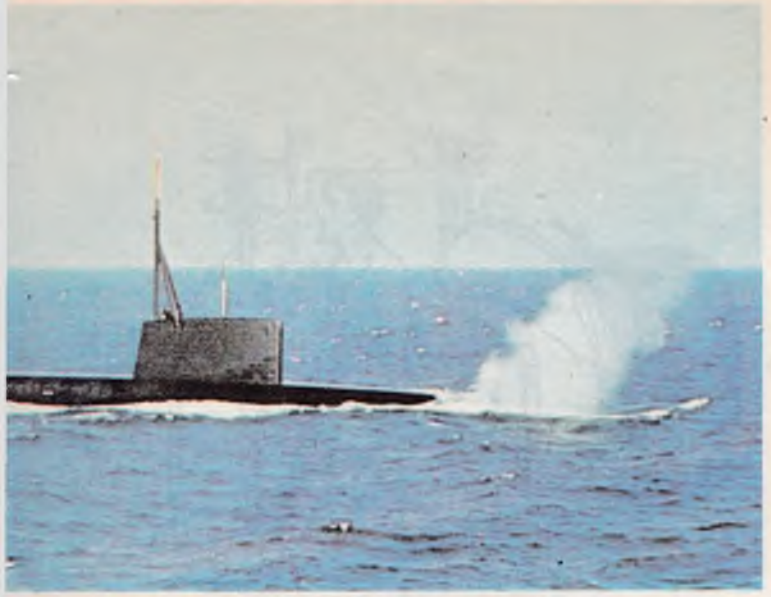
Yalnızca bu durum, denizaltının dalmasına yetmez. Bir dış etken olmazsa, araç yüzeyde tehlikeli bir biçimde sallanır durur. Denizaltının sualtında yürütülmesi, PERVANE'lerin öne, *sukanatlarının* da aşağı doğru itişiyle gerçekleşir. İkisi önde, ikisi de arkada bulunan sukanatları, gövdeye takılmış yatay dümenlerdir.

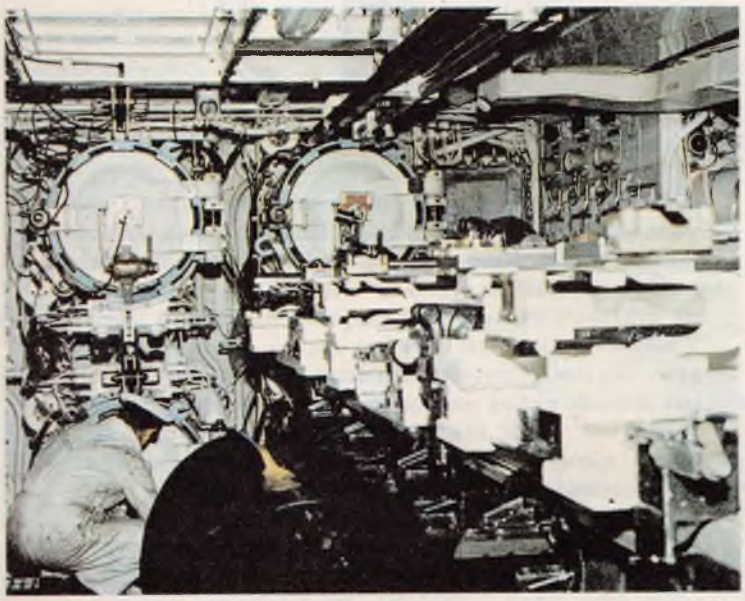
Daldıktan sonra, denge sağlamak gerekir. Yanı, teknenin nötr yüzerliği sağlandıktan sonra, içindeki ağırlıklar, istenen derinlikte hareketsiz ve yatay durabileceği biçimde ayarlanmalıdır. Bu, geminin iki ucuyla orta bölümüne yerleştirilen *denge sarnıçlarına*, duruma göre su alınarak ya da boşaltılarak sağlanır. Denizaltı ne kadar derine dalarsa, gövde üstündeki basınç o kadar fazla, taşırdığı su da o kadar az olur. Bu nedenle, taşırdığı su miktarının her zaman ağırlığına eşit olmasını sağlamak için, denge sarnıçlarından daha çok su boşaltılmalıdır. Ancak, bu işlemlerden sonra denizaltı, *sabit denge* denen duruma erişir, yani istenen derinlikte, sukanatlarının ve pervanelerin yardımı olmadan durabilir.

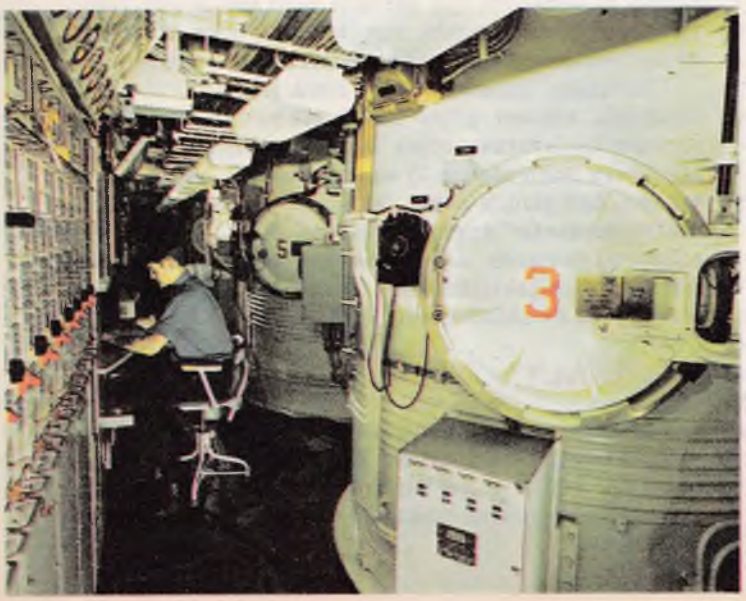
Tahrik: Denizaltılarda tahrik sorunu, tasarımlara DİZEL MOTORU girinceye kadar çözülememişti



İngiliz nükleer denizaltısı HMS Resolution, dalmaya hazırlanırken. (sağda üstte) Denizaltının iki ucunda, safra sarnıçlarından çıkan hava görülmektedir. Nükleer tahrik birimleri, oksijen tüketmedikleri gibi, zehirli egzoz gazları da çıkarmazlar. Hava üretme birimi ve gelişmiş seyir aygıtlarıyla bu denizaltı, aylarca sualtında kalabilir.
Amerikan nükleer denizaltısı USS Whale'in 1959'da Kuzey kutbunda yüzeye çıkışı. (sağda)







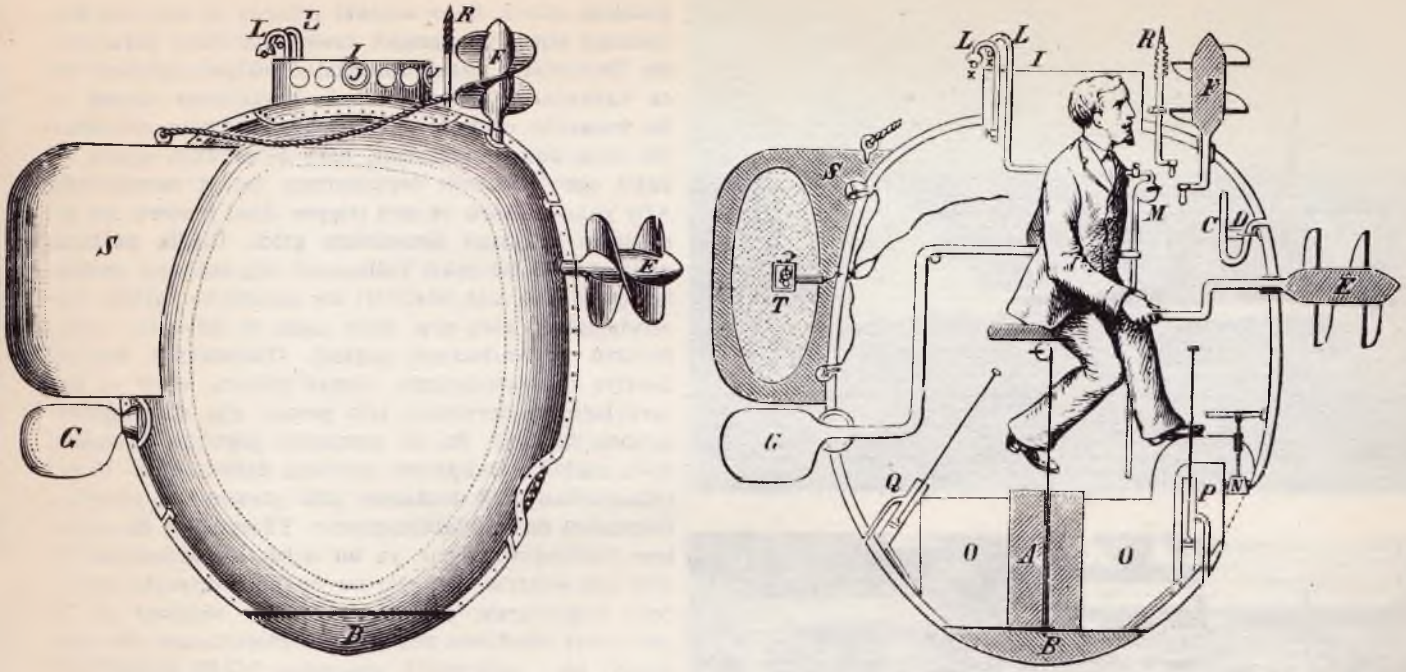
Buharla tahrik, daha sonraki yıllarda da ara sıra kullanılmış olmasına karşılık, önemli sorunlar yaratıyordu. Denizaltıya baca yapılması gerekiyor, dalıştan önce kazanların kapatılmasında gecikmeler oluyor ve bu kazanlar çevreye ısı yayıyordu. Benzin motorları ise, hem duman çıkarıyor, hem de oldukça uçucu bir yakıt olan benzinin depolanması zorluk yaratıyordu. Ağır yakıt motoru ve onu izleyen dizel motoru, bu sorunların çoğunun üstesinden geldi. Düşük parlama noktası olan bir yakıt kullanarak itiş sağlama, motorlar çalışırken bile istendiği an dalabilme özelliği kazandırmanın yanı sıra, daha yalın ve güvenilir makinaların kullanılmasını sağladı. Günümüzde, normal devriye denizaltılarında, yüzeye çıkınca, seyir ve bataryaların doldurulması için gerekli güç, dizel motorlarınca sağlanır. Bu tip gemilerin çoğunda, yüzeyden hava alabilen şnorkeller, periskop derinliğinde (15 m) olduğundan, akü doldurma gibi işlemler, su yüzeyine çıkmadan da yapılabilmektedir. Yüzeyde ya da periskop derinliğinde seyir, ya bir debriyaj yardımıyla dizelli ana elektrik motorlarına ve bir debriyajla pervaneye bağlayarak, *doğrudan tahrik*le sağlanır ya da pervaneyi döndüren ana elektrik motorlarına güç sağlayan bir jeneratörü çalıştıran DİZEL ELEKTRİK TAHRİĞİ kullanılır.

Periskop derinliğinden daha derinlerdeki seyir gücü, ana güvertenin altındaki büyük akülerle çalışan ana motorlarca sağlanır. Aküler, dizel elektrik motoru olan denizaltılarda dizeller çalışırken jeneratörlerden, doğrudan tahrikli motorlarda ise, jeneratör görevi yapan ana motorlardan yararlanılarak doldurulur. Nükleer denizaltılarda bir soğutucu sıvı, NÜKLEER REAKTÖR ile ISI DEĞİŞTİRİCİ arasında dolaşarak bir kapalı devre oluşturur. Radyoaktif çekirdekten ısı çeken sıvı, bu ısıyı ısı değiştiriciye vererek, içindeki suyu buhara dönüştürür. Buhar, valflardan ana tahrik TÜRBİN'lerine ve yardımcı sistemlere güç üreten yardımcı türbinlere iletilir. Ana tahrik türbini pervaneye, ya bir hız düşürme dişlisi aracılığıyla doğrudan, ya da bir *türboelektrik* sistemle (dizel elektrik tahriğine benzer, ama dizel motorunun yerinde buhar türbini vardır) bağlanır.

Çeşitli nedenlerle yardımcı sistemlere gerek vardır. Periskopların çalışması, şnorkel ve başka direklerin yükseltilip indirilmesi, torpido kapaklarının açılıp kapanması, sarnıçlardaki ana girişlerin denetimi ve daha birçok küçük ama önemli işin yapılmasında hidrolik tahrik kullanılır. Günümüzde, aşağı yukarı bütün sistemler elektronik olarak denetlenmektedir.

Seyir: İlk denizaltıların yapıldığı yıllarda, seyir (Bk. NAVİGASYON), gerçekten «tahmine ve şansa»

HMS Resolution'ın ön torpido bölümü. (solda üstte) Modern denizaltılarda, düşman gemileri ya da denizaltılarına karşı kullanma olasılığı göz önünde tutularak, hâlâ torpido bulundurulmaktadır.
Polaris denizaltısının füze bölümü. (solda altta) Denizaltıda, sualtından fırlatılabilen ve menzili 4 500 km olan 16 güdümlü füze vardır.



Amerikalı David Bushnell tarafından 1770'lerde yapılan «Turtle» (kaplumbağa). Araçta, düşman gemisinin tahta gövdesine tutturulmak için hazırlanmış barut (S) bulunuyordu.

dayanıyordu. İlk denizaltılarda periskop yoktu. Bir süre sonra geliştirilen periskoplardan bazıları da, cam bir ekrana ters görüntü yansıtıyordu. Daha sonra periskoplar, denizin olduğu kadar gökyüzünün de inceleneceği biçimde geliştirildi. Güneş ve yıldız durumlarını belirlemede kullanılan sekstantların yanı sıra, *radar* ve *hafif ışık televizyonuyla* tarama gibi yeni teknikler ortaya çıktı. Günümüzde, periskopu ayarlamak için, bir kara parçasına ya da seyir subayının güneş, ay ve yıldızların durumunu sekstantı ile belirleyebilmesi için su yüzüne çıkmasına gerek duyulmamaktadır. Bir cayroskop takımıyla son derece duyarlı yer belirleme yapabilmek ve bulguları doğrulamak için, birkaç günde bir, yüzeye çıkıp ayarlama yapma yetmektedir. Çok denenmiş RADAR ve *yankı sondajı* (Bk. ASDİK YA DA SONAR) sistemlerinin yardımıyla, bir denizaltı subayı, okyanusta tam olarak nerede olduğunu kolayca anlar.

Silah donanımı: Denizaltı silahları, ilk yapıldığından bu yana tanınmayacak kadar değişmiştir. İlk denizaltılardaki barut hakkının yerini, *mahmuz torpido* (uzun bir kovanın arka ucuna yerleştirilmiş patlayıcı madde) aldı. Whitehead, hareketli TORPIDO'sunu 1870'lerde yetkinleştirdi ve bu torpido kısa sürede sualtı araçlarının doğal donanımlarından sayılmaya başlandı. Önceleri üst güvertedeki kollardan bırakılan torpidolar, daha sonraları ana gövdeden çıkan borulardan fırlatılmaya başlandı. Denizaltıda etkili torpido kapakları varsa, yeniden doldurma da olanaklıydı. Torpido, önceleri gözle nişan alınarak atılırdı, ama günümüzde modern bilgisayar denetimli sistemler kullanılmaktadır. Uzun yıllar değerli bir silah olan top, radarın, su yüzüne çıkan bir denizaltının yerini anında saptayabilme özelliği geliştirilince, önemini yitirdi. Yüzeyde saldırmaya yarayan topun yerini FÜZE'ler aldı. Böylece, denizaltıların toplam silahı, uçakgemileri dışında bütün denizüstü gemilerini geçti. İstenirse nükleer başlık takma olasılığı da bulunduğundan, büyük filoların çoğunda şu silahlar bulunmaktadır: Uzun menzilli *balistik* füzeler (örneğin, 4 500 km menzilli *Polaris* ve 4 800 km menzilli *Poseidon* füzeleri); kısa menzilli (400 km'ye kadar), değişmez uçuş hızlı füzeler; hedef bulucu başlıklı ve yakın menziller için telsiz kumandalı torpidolar. Bu silahların programlanma ve denetimi için gereken bilgi periskopla yapılan gözlemlerin yanında, kıyı koruma, uçak istihbarat ve denizaltının kendi radar ve sonarıyla sağlanır.

Denizaltı çalışmalarının yönü, *Nautilus*'un 1955 Ocağında nükleer güçle sefere çıkmasıyla değişti. O tarihten başlayarak, gerçek bir denizaltı, hareket için atmosfere bağlı olan eski tiplerin tersine, yıllarca yakıt almadan çalışıp, kendi havasını ve tatlı suyunu üretebilmektedir. Ayrıca, sualtında, bugüne kadar görülmemiş hızlarda dolaşabilmekte ve dizelle çalışan motorlarla gerçekleştirilmesi olanaksız olan süreler deniz altında kalabilmektedir.

DENİZALTI KABLOSU

Modern kara ve denizaltı haberleşmesinde kullanılan kablolar eşeksenlidir. Bir bakır borunun içinde bakır tel, arada ise bir yalıtım maddesi vardır. Bu tasarım biçimi, yüksek frekanslı sinyalleri taşımaya çok elverişlidir.

Arada yalıtım maddesi olarak, yalnızca hava kullanıldığında, kara kabloları 60 MHz (saniyede 60 milyon devir) taşıyabilecek güçte yapılabilir. Modern elektronik tekniklerinin kullanılmasıyla bu değer, üstün nitelikli 10 800 tek yönlü TELEFON kanalına ya da 259 200 modern TELGRAF kanalına olanak tanır.

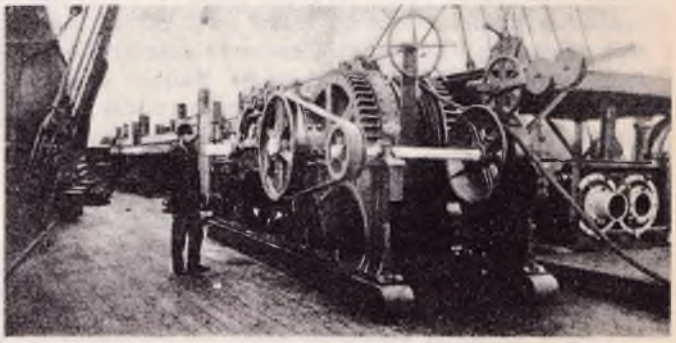
Denizaltı kablolarında ise, böylesine yüksek frekans koşullarını sağlamak olanaklı değildir, çünkü denizaltı ortamının kendine özgü güçlükleri daha farklı yapım tekniklerini gerekli kılar. 1976 yılına kadar denizaltı kablolarından beklenebilen en yüksek frekans, 14 MHz dolayında olmuştur.

İlk kablolar: İlk başarılı denizaşırı kablo 1866 yılında *Great Eastern* gemisi tarafından çekildi. Kablo, gütaperka ağacının reçinesi olan Sumatra zamkı ile yalıtılmış ve korumanın gerekmediği en derin yerlerde bile galvanize demir tellerle kaplanmıştı. Tam bir yüzyıl boyunca denizaltı kablolarında bu yöntem kullanıldı. İlk telgraf kabloları yalnızca birkaç Hz'likti ve tek iletken bulunduğu için eşeksenli değildi. Bir telgraf sinyalinin doğru ya da çok alçak frekanslı akımı, elektriksel direnci çok düşük olan deniz yoluyla dönebilir. Daha yüksek frekanslarda, dönüş akımları ortadaki iletken çevresinde toplanma ve direnci yüksek, zırh tellerden geri dönme eğilimindedir. Bu nedenle, yüksek frekanslı akımları iletebilmek için, yeni bir tür kablo yapmak zorunlu oldu.

1921'de A.B.D. Franklin Enstitüsü'ne verdikleri bir raporda, Carson ve Gilbert, bir denizaltı kablosunun yüksek frekanslı akımları etkin olarak iletebilmesi için, dönüş akımı için yalıtkan çevresinde düşük dirençli bir maddeden yapılmış bir iletken kullanmak gerektiğini belirttiler. İlk eşeksenli denizaltı kablosu düşüncesi böylece ortaya atılmış oldu.

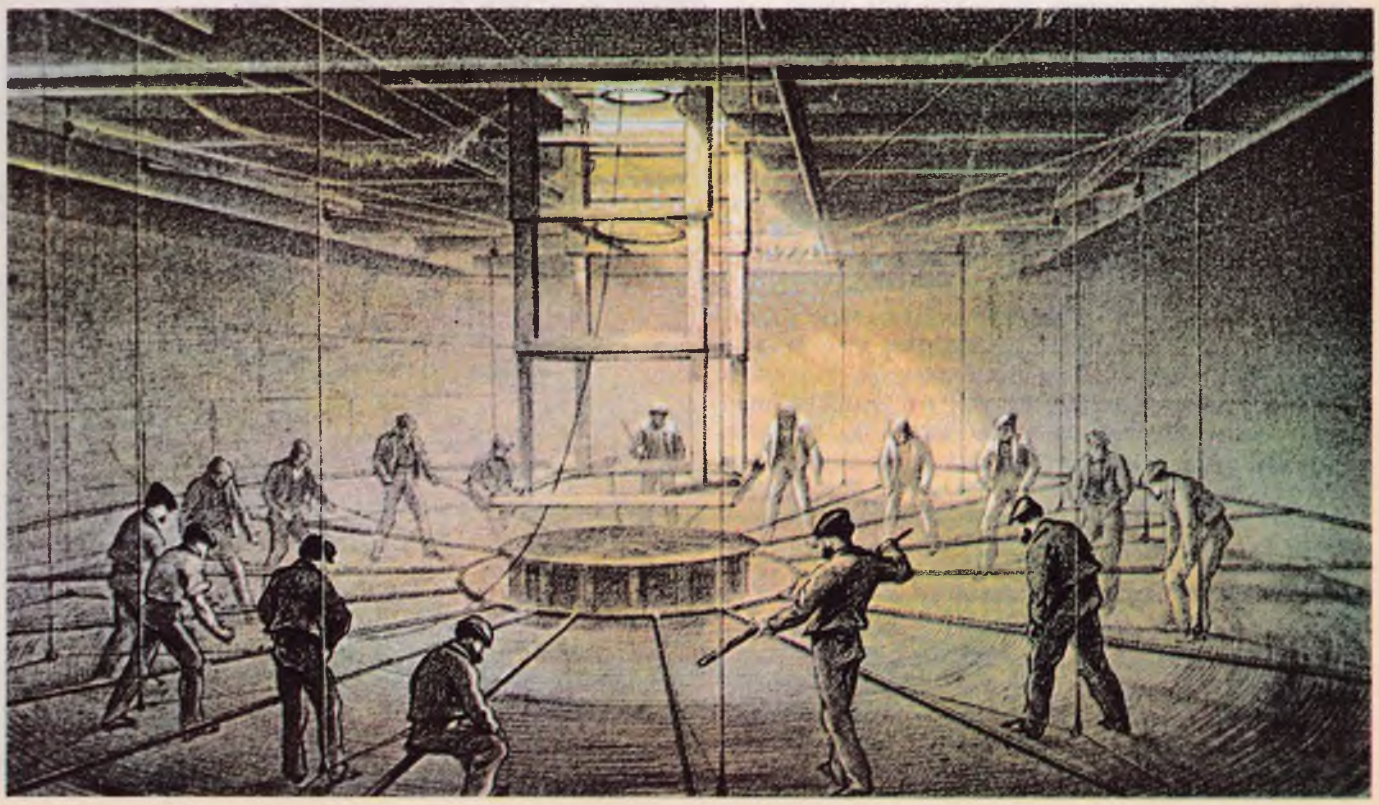
Denizaltı kablosunun gelişimindeki öteki önemli buluşlar, 1933'te plastik polietilenin bulunması, 1934'te AMPLİFİKATÖR'lerde negatif GERİ BESLEME ilkesinin geliştirilmesi ve son zamanlarda oldukça güvenilir elektronik VALF ve TRANSİSTÖR'lerin yapılmasıdır. Polietilen, yetkin yalıtım ve basınca dayanıklılık özellikleri nedeniyle çok önemlidir.

Tekrarlayıcılar: Tasarımı ve gereci ne kadar iyi olursa olsun bir kablo, yüksek frekans sinyalleri alçak



Great Eastern (1865) kablo döşeme makinası (sağda) ilk denizaşırı telgraf kablosu 1866'da tamamlanmıştır.

Great Eastern'in kablosu büyük depolarda saklanıyor ve bir grup işçi tarafından kablo döşeme makinasına veriliyordu. (altta)



frekanslılardan daha çok azaltır. Kablo çok kısa olmadıkça bu yüksek frekanslı sinyaller, elektronik «gürültü»den ayırt edilemeyecek kadar zayıflar. Çözüm, belli aralıklarla sinyalin gürültüye karşı oranını yüksek tutacak amplifikatörler ya da tekrarlayıcılar yerleştirmektir. Bu amplifikatörler, etkin ve dengeli olmalı ve negatif geri besleme ilkesine dayanmalıdır. Böylece yükseltmedeki herhangi bir bozulma ya da değişiklik kendiliğinden yok olur.

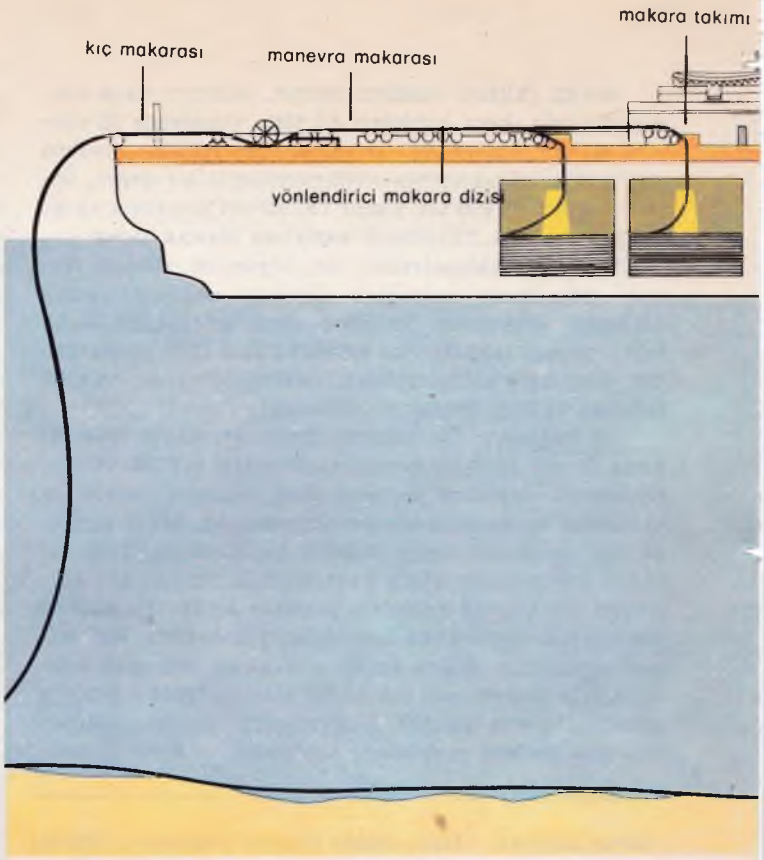
Tekrarlayıcıların gücü karadaki, birkaç bin voltluk doğru akım üreten santrallardan sağlanır. Kablodaki doğru akım 0,5 amper kadardır.

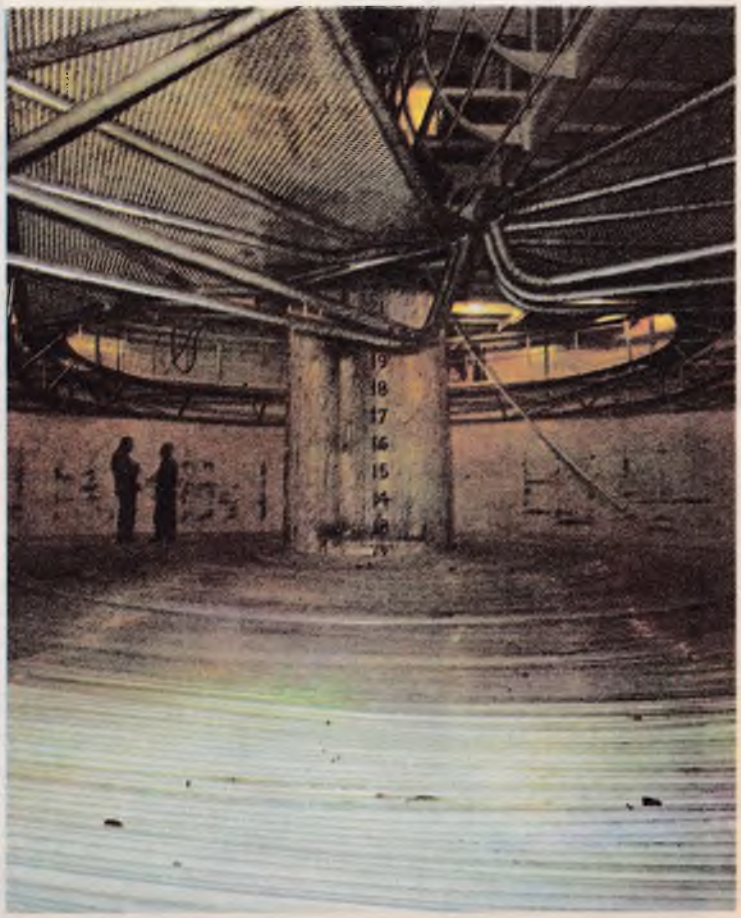
1921 ile 1942 yılları arasında bir dizi tekrarlayıcısız, zırhlı eşeksenli telefon kablosu döşendi. İlk sualtı telefon tekrarlayıcısı 1943'te Man Adası kablosunda kullanıldı ve devre kapasitesi, çift yönlü 4 Hz'lik telefon devrelerinde 24'ten 48'e çıkarıldı.

1951'de kuvvet taşıyıcı bölümü merkeze yerleştirilmiş olan, yeni bir denizaltı kablosu yapıldı. İlk deneme nötr, yani, bükünsüz bir çelik tel halat kullanılarak yapılmış, ince bir bakır şerit bunun çevresine sarılmıştı. Kenarları ise konserve kutularının kenarları gibi kıvrılarak kapatılmıştı. Yalıtım maddesi olarak dış çapı 20 mm olan polietilen boru, dış iletken olarak da altı tane sarmal biçimli alüminyum şerit kullanılmıştı. Dış kılıfın herhangi bir nedenle zedelenmesi durumunda deniz suyunun kabloyu paslandırmasını önlemek için, şeritler paslanmayı önleyici bir madde olan baryum kromat emdirilmiş pamuklu bantlarla sarılmıştı. Bunun üstüne de düşük yoğunlukta bir polietilen kılıf geçirilmişti.

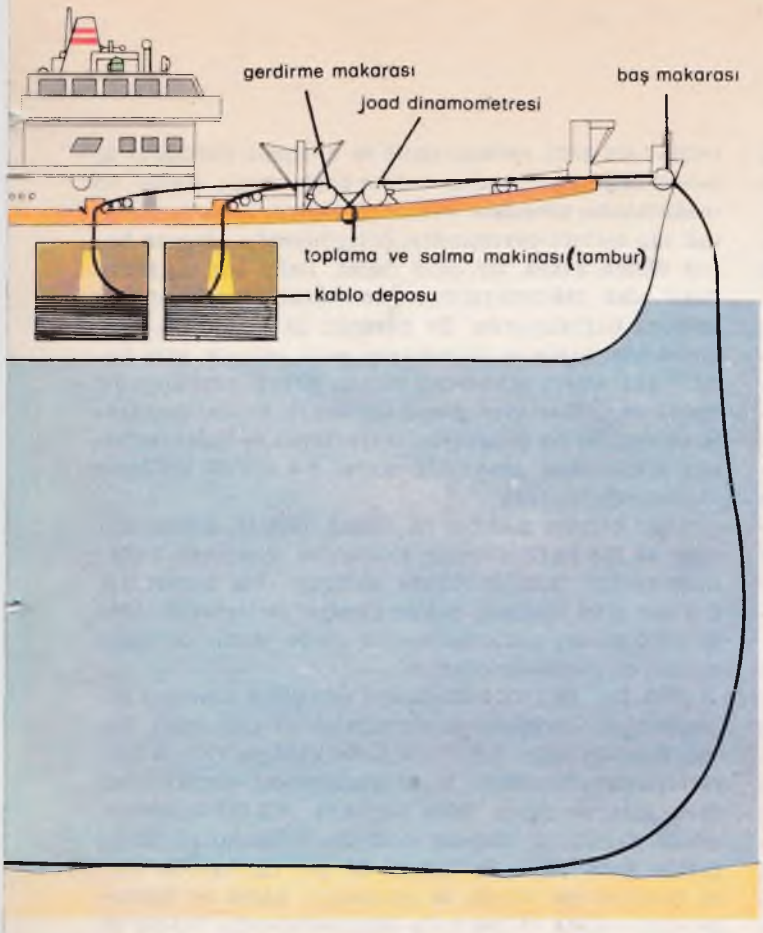
Hafif kablo da denen bu kablo, ilk denizaşırı telefon hattında kullanılan (TAT 1) kılıflı, klasik kablonun üçte biri ağırlığında olmasına karşın, daha verimli olmuştur. Bu yeni kablo CANTAT 1 denilen ilk İngiltere-Kanada hattında,1961'de ise New York-Bermuda hattında ve Vancouver, Hawaii, Fiji, Yeni Zelanda, Avustralya, Yeni Gine ve sonraki yıllarda da Güneydoğu Asya'yı bağlayan COMPAC ve SEACOM hatlarında kullanılmıştır. Her 48 km'de bir yerleştirilen tekrarlayıcılarla, yaklaşık 600 kHz ya da seksen tane 4 kHz çift yönlü telefon devresi elde edilebiliyordu.

Üretim yöntemleri: 1961'den bu yana, yeni gereksinmeleri karşılamak için hem yapımda, hem de kullanılan malzemeyle üretim yöntemlerinde bazı değişikler yapılmıştır. Bu yeniliklerin en önemlilerinden biri, merkez iletkeni üstündeki kılıfın kaldırılması, ikincisi de altı sarmal şerit yerine boylu boyunca bir kılıf iletkenin kullanılmasıdır. En son yapılan türlerde çelik halat ile merkez iletkeni olarak kullanılan düz bakır şerit, birlikte bir makinaya sokulmaktadır. Ma-





TAT 2'de kullanılan hafif telefon kablosu (1958'de döşenmiştir) ile CS Mercury gemisindeki 1 numaralı kablo deposu. TAT 2'nin büyük bir bölümünde esneyebilen tekrarlayıcılar kullanılmış, ama Newfoundland ile Nova Scotia arasına rijit tekrarlayıcılar takılmıştır. (sağda)



Bir kablo gemisi üstündeki donanım. Denize açılmadan önce, kalın yalıtkanlı kablo, depolara yerleştirilir; baştan ve kıçtan saatte 5-15 km hızla sarkıtılır. Kabloyu kesmek ve kablodaki herhangi bir hatayı bulabilmek için, özel yöntemler geliştirilmiştir.(üstte)

İngiliz yapımı bir rijit tekrarlayıcı, CS Mercury gemisinin arkasındaki bir dizi makaranın içinden geçiyor. Bu yeni tekrarlayıcı, her iki yönde yükseltme yapabilmekte (esneyebilen türlere oranla üstün), ama bugünkü kablo döşeme makinalarıyla kolaylıkla döşenememektedir.(solda)

kinada bulunan biçimlendirme merdaneleri, şeridi büyük bir boru haline sokar. Bu borunun kenarları bitiştirilerek, halatı sarması sağlanır. Kenarlar bir asal gaz ortamında elektrik kaynağıyla kaynatılır ve boru, çeliğin üstüne sıkıca yapışacak biçimde çekilir.

Kaynak hatalarının denetimden geçirilmesinden ve kimyasal temizlemeden sonra, dev bir kıyma makinasına benzer bir makinayla bu bileşik merkez iletkeni üstüne sıcak polietilen dökülür. Daha sonra, sıcaklığı denetlenebilen bir su teknesi içinde, genellikle de basınç uygulanarak, soğutulur. Deliklerin ve kalıntıların denetiminden sonra elde edilen kablo, dairesel bir kalıp ya da döner bıçaklarla daha düşük bir çapa traşlanır.

Son olarak da dış iletken, merkez iletkeninkine benzer bir yöntemle kaplanır. Ancak burada, şeridin kenarları kaynaklanmak yerine, üst üste bindirilir. Kablo henüz bükülmemiş haldeyken de, hemen dış kılıfı geçirilir. Bu çok önemlidir, çünkü kılıfın sıkıştırıcı etkisi olmazsa, iletken şerit çabucak burkulur ve kablo eğrilir.

Daha büyük ve sert kablolarda, içe konulan nötr çelik halata gerek olmadığı anlaşılmış ve aynı yöne bükülmüş 41 telli bir tür geliştirilmiştir. Ayrıca, ilk hafif kabloların dış iletkeninde, bakırdan ucuz ve hafif olması nedeniyle alüminyum kullanıldıysa da, şimdiki uygulamalarda daha çok bakırdan yararlanılmaktadır. Bunun nedeni, daha yüksek elektriksel dirençli alüminyumun, bir sistemdeki tekrarlayıcıların sayısını yüzde 5 artırmasıdır.

Denizaltı kablolarının döşenmesi: 1866'da, birkaç başarısız deneme sonunda başarıyla tamamlanan ilk denizaltı kablo hattı, bütün dünyada büyük bir adım olarak nitelendi. Bununla birlikte, yüksek kapasiteli modern denizaltı telefon kablolarının döşenmesiyle oranlandığında, bu işin oldukça yalın kaldığı görülür. 8 km'ye kadar inebilen aralıklarla denizaltı tekrarlayıcılarının ve yükselticilerinin yerleştirilmesi, günümüzde söz konusu işlemi oldukça karmaşık hale getirmiştir.

İlk tekrarlayıcılar (1943), önceden yerleştirilmiş kablolara ekleniyor ve bu yüzden kablonun, bir kablo gemisine çıkarılması ve bağlantının yapılması gerekiyordu. Sonra, her tekrarlayıcı bir halatla dibe sarkıtılıyordu. Bu yöntem yalnızca sığ sularda elverişliydi. Derin sularda ise, tekrarlayıcıların kabloya gemide ekleneceği ve geminin arkasından zincirleme olarak suya bırakılabileceği bir sistem gerekmekteydi.

1950'lerde denizaşırı bir telefon kablosunun döşenmesine karar verildiği sıralarda, gemilerdeki kablo döşeme donanımları, Great Eastern'dekilerden pek farklı değildi. Bu makinalarda yalnızca esneyebilen

tekrarlayıcılar kullanılabiliyordu. 1956'da döşenen ilk denizaşırı telefon hattı TAT 1'de, A.B.D. yapımı esneyebilen tekrarlayıcılar kullanıldı. Tekrarlayıcılar, elektriksel olarak yalın olmalı ve yalnızca bir yönde yükseltme yapabilmeliydi. Çift yönlü 36 telefon devresi için, her birinde 51 tekrarlayıcı bulunan iki kablo gerekiyordu.

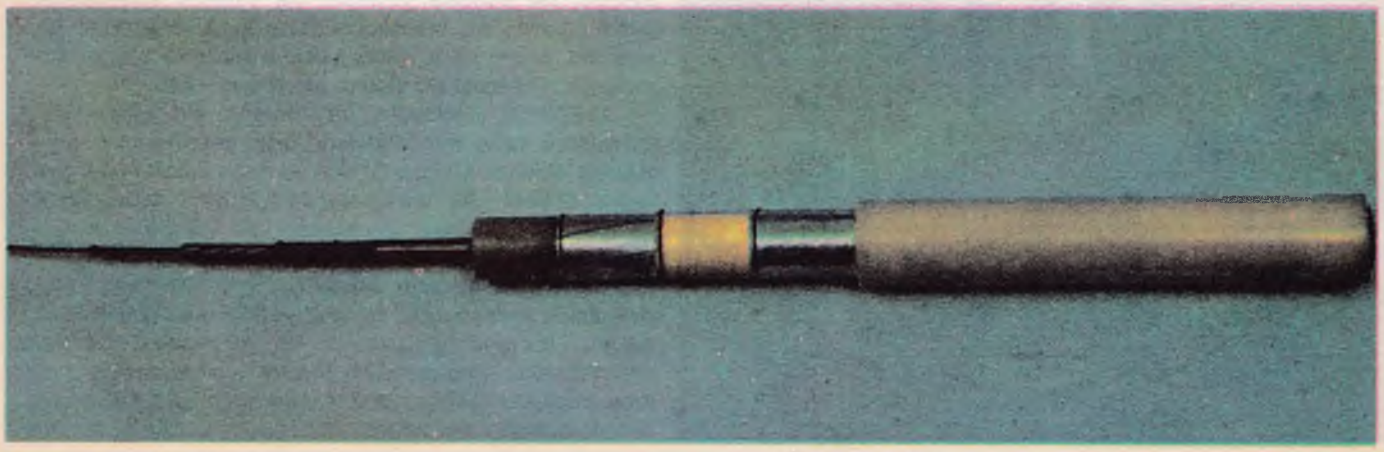
Bu sıralarda İngiltere'de soruna farklı bir yaklaşım getirildi. Bu, uygun döşeme yöntemleriyle birlikte en etkili tekrarlayıcının geliştirilmesiydi. Yeni tasarımda tekrarlayıcı, çift yönde yükseltme yapabiliyor ve bir tek kablo üstünden 60 çift yönlü devre sağlayabiliyordu. Söz konusu tekrarlayıcı, çapı 26,7 cm olan silindir biçimli bir çelik mahfaza içine yerleştirilmişti. Boyu 3 m, ağırlığı 760 kg'dı ve kablo bir ucundan girip öteki ucundan çıkıyordu. Derin sulardaki 800 barlık basınçlara bile dayanabilecek güçteydi. Bu tekrarlayıcılardan on altı tanesi, TAT 1'in Nova Scotia - Newfoundland arasındaki bölümüne HMTS *Monarch* telgraf gemisi tarafından döşenmiştir. Geminin başından yönetilen bu yöntemde, kablonun birkaç kıvrımı birden tekrarlayıcısına takılabilmesine olanak tanıyacak boyda çözülür ve kablo aynı hızla denize bırakılırken, tekrarlayıcı takılır.

Söz konusu yöntemin yeterli olmaması, birkaç ilginç düşüncenin ileri sürülmesine yolaçtı. Bunlardan birinin getirdiği çözüm, HMTS Monarch gemisi üstündeki mekanizmanın, tekrarlayıcının takılmasını olanaklı kılacak biçimde yeniden düzenlenmesiydi. Tambur kaldırılmış, yerine dört tane 1,8 m çapında V-oluklu makara ve bir de düz makara konulmuştu. Bütün bunlar art arda yerleştirilmiş ve V-oluklu çarkların üç tanesi doğrudan tambur miline bağlanmıştı. Kablo, bu makaraların altından, üstünden geçiyor, ama tam olarak hiç birinin çevresinden dolaşmıyordu. Baypas halatı denen esnek bir çelik halat, hafif bir taşıyıcıya bağlı olan tekrarlayıcının önündeki ve arkasındaki kabloya bağlanıyordu. Bu düzenek ilk makaraya yaklaştığında, kablo ve tekrarlayıcı yana kayıyor, ama halat makaraların arasından yoluna devam edebiliyordu. Halat ve tekrarlayıcı geçtikten sonra kablo, makaraların oyuklarına getiriliyor, tekrarlayıcı ve halat, geminin arkasından, genellikle saatte 3-4 km'lik bir hızla denize indiriliyordu.

Söz konusu makina ilk olarak 1958'de, tekrarlayıcılar ve bir hafif deneme kablosunu döşemede kullanıldı ve çok başarılı olduğu anlaşıldı. Beş tanesi S.S. C.B'nin olan, toplam dokuz gemiye yerleştirildi. 1959 ve 1970 yılları arasında birçok yerde, derin su kablo hatları bu yöntemle döşendi.

TAT 2'de de TAT 1'de olduğu gibi,deniz altından geçen kabloda esneyebilen tekrarlayıcılar kullanıldı. Ancak, bundan sonra A.B.D'nde hafif kabloya ve rijit tekrarlayıcılara dönüldü. Bu tekrarlayıcılar öncekilerden daha kısa ve çapça daha büyüktü. A.B.D'nde ayrıca, içinde paletli bir döşeme makinası bulunan bir kablo gemisi geliştirildi. Bir tanesi 80 ton ağırlığında olan bu makina çok büyük ve gelişmişti; kablo ve tekrarlayıcılar saatte 15 km hızla döşenebiliyordu. Kablo iki

Doğrusal bir kablo makinasından geçmekte olan modern bir rijit tekrarlayıcı. Bu mekanizma, hidrolik olarak çalışan lastik tekerleklerle çalışır; böylece, düzgün bir akış hızı ve kablo gerilimi sağlanır. (sağda)
CANTAT 1 kablosunun bir bölümünde, merkezdeki yüksek gerilime dayanıklı çelik halat (dört tonluk yükü çekebilmektedir). Ayrıca merkezdeki bakır iletken, polietilen yalıtıcı, alüminyum dönüş iletkenleri, pamuk şeritler, zar ve kılıf görülmektedir. (altta)



tane V-oluklu paletli yuvada tutuluyor, bu yuvalar hava yastıklarıyla sıkıştırılıyordu. Böylece, 33 cm çapında tekrarlayıcılar da yuvalardan geçebiliyordu.

Bu makina ayrıca, hafif kablonun gerilim altında güvenle döşenebilmesini de sağlıyordu. Böyle bir kablonun bütün gücü, merkezdeki çelik halatta olduğu için, makinadan geçerken, dış yüzeyde kayma gerilmeleri ortaya çıkabiliyordu. Büyük hasara yolaçabilen bu duruma çözüm, makinadaki tutucuların yüzeyini kablonun uzunca bir bölümüne yaymakta bulundu. Paletli kablo makinasında bu sağlanmıştır. Paletler yaylarla birbiri ardınca yürür. 7 tonluk bir gerilim böylece, kablonun 9 m'lik bölümüne yayılır.

CS Long Lines kablo döşeme gemisine bu paletli makinadan ya da şimdiki adıyla «doğrusal kablo makinası»ndan yerleştirilmiş ve bununla 1963'te TAT 3 hattı, daha sonraları da Atlas Okyanusu ve Büyük Okyanus'ta çeşitli hatlar döşenmiştir.

Kablo döşeme makinalarına getirilen en son yenilik, İngiliz Posta İdaresi'nin doğrusal makinalarıdır. Bunlar da, saatte 15 km'lik bir hızla tekrarlayıcı ve kablo döşeyebilmektedir. Bu makinada bir dizi lastik tekerlek, hidrolik mengenelerle kabloyu sıkıştırır. Her tekerleğin göbeğinde de ayrıca küçük birer hidrolik motor vardır. Kablo döşenirken bu motorlar pompa işlevi görürler. Hız ve gerilim, akış hızına göre ve hidrolik sıvının basıncı denetlenerek belirlenir. Bütün tekerlekler kablo üstünde aynı frenleyici etkiyi yaparlar: böylece kablo yüzeyindeki kesme kuvvetleri de sınırlı tutulabilir.

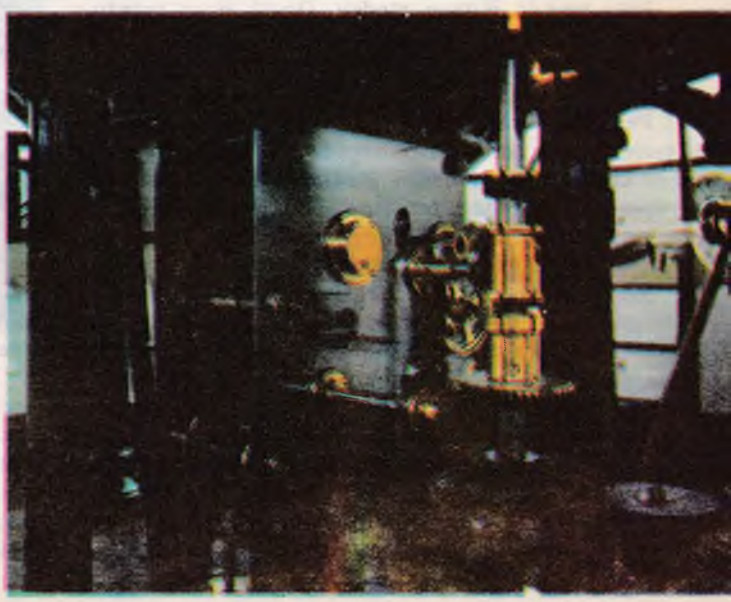
Bu tip makinanın ilki 1970'te *CS Alert* kablo döşeme gemisine, daha sonra da *John Cabot* adlı buz kırma ve kablo döşeme gemisine ve *CS Mercury* adlı kablo ve telsiz döşeme gemisine takılmıştır.

DENİZ FENERİ VE FENER GEMİSİ

Deniz fenerlerinden önce, liman girişleriyle kayalık ve sığ yerler, taş yığınlarının ya da tahta bir direğin üstüne yerleştirilen fenerlerle belirtilirdi. Bu yalın uyarı araçları, küçük limanlarda hâlâ kullanılmaktadır, ama daha modern donanımlı fener direkleri de çok yaygındır.

Bilinen ilk deniz feneri, İskenderiye'deki (Mısır) Pharos feneridir (İskenderiye feneri de denir). İ.Ö. III. yüzyılda Ptolemaios tarafından yapılmış olan bu fenerin, 30 x 30 m'lik kare bir taban üstüne yapıldığı ve 137 m yüksekliğinde olduğu sanılmaktadır. Pharos feneri İ.S. 1200 yılında bir deprem sonucunda yıkılmıştır. Deniz feneri yapımına ilişkin bilim dalına, *faroloji* adı verilmiştir.

Romalılar da Ostia'da (Roma'nın en önemli limanı), İspanya'da, Fransa'da ve Dover'de çok sayıda



*İlk Eddystone fenerinin bir resmi. (**sağda üstte**) Bu feneri planlayan Henry Winstanley, 1703 Kasımında, fener şiddetli bir fırtınada devrilip sürüklenince öldü. Galler'in kuzeyinde South Stack fenerinde, ışık veren sistemi döndüren düzeneğin bir bölümü. (**sağda altta**)*

önemli fenerler yapmışlardır. Roma imparatorluğu çökünce, uygarlığın getirdiği birçok dalla birlikte navigasyon da kendi haline bırakıldı. Limanlar gene gerekli ışıkları kendileri yerleştirip kullanmaya başladılar. Ne var ki, söz konusu çağda fenerler, gemiler için çok büyük yardım sağlamalarına karşılık, limana saldıracak gemilere de yol göstermeleri bakımından sakıncalı olabiliyordu. Bu yüzden, fenerler yalnızca barış zamanında kullanıldı ve aynı nedenle gelişmeleri oldukça gecikti.

XI. yüzyıldan sonra, deniz ticaretinin yaygınlaşması, fener yapımına da yeniden ilgi duyulmasına yolaçtı. Gerçi ilerleme çok hızlı değildi; ama 1600 yılından sonra Avrupa'da fener yapımı hızlandı ve XVIII. — XIX. yüzyıllarda adeta bir fener çağı açıldı.

Işıklandırma: Teknoloji ilerledikçe, fenerlerin en önemli özelliği olan ışığın etkililiği de arttı. İlk fenerlerde odun ateşi yakılırdı. Bunun sakıncası odunun çabuk bitmesiydi. Kömür ve kandil de kullanılırdı; ama kömür çok duman çıkartarak, fener camını islendirip ışığı engeller, kandiller ise sayısı ne kadar artırılırsa artırılsın, yeterli ışık vermezdi.

1780'lere kadar fenerlerde etkili ışıklandırma sağlanamadı. Ancak bu yıllarda, İsviçreli mühendis Aimé Argand kendi adını taşıyan gazyağı lambasını buldu. Bu lambanın ortasında, daire biçimli bir fitil, çevresinde de havanın yükselerek yanmasını kolaylaştıran camdan yapılmış bir fanus vardı. Çok ışıklı, düzgün ve dumansız bir alev veren bu lamba, 100 yılı aşkın bir dönem boyunca ışık kaynağı olarak kullanıldı.

Argand lambası evlerde GAZLA AYDINLATMA için de kullanıldı ve bu amaçla geliştirilen teknoloji, fenerlerin de gelişmesini sağladı. Argand lambasında, gazın üstünden buharlaştığı bir fitil kullanılırdı. 1901 yılında ise Arthur Kitson, gazın bir kafes üstünde bulunan bakır bir borudan çıkarak buharlaştığı yeni bir lamba geliştirdi. Borudan çıkan gaz buharı, kafesin içinde tıpkı gaz gibi yanıyordu. Gazın buharlaşmasını da, kafesten gelen ısı sağlıyordu. Bu yüzden, lambayı yakmadan önce boruyu ısıtmak gerekiyordu.

1921 yılında Kitson modeli, David Hood tarafından geliştirildi. Günümüzde de, elektrikle aydınlanmanın elverişli olmadığı yerlerde, hâlâ bu lamba kullanılır.

Fenerlerde elektrik ilk kez 1858 yılında, Kent sahilinde Güney Foreland fenerinde kömürlü ARK LAMBASI kullanılarak denendi. Bu deneyi 1862 yılında gene Kent'te Dungeness fenerine ark lambaları takılması izledi. Ancak, ark lambaları fenerler için yeterli bulunmadı ve pek az kullanıldı.

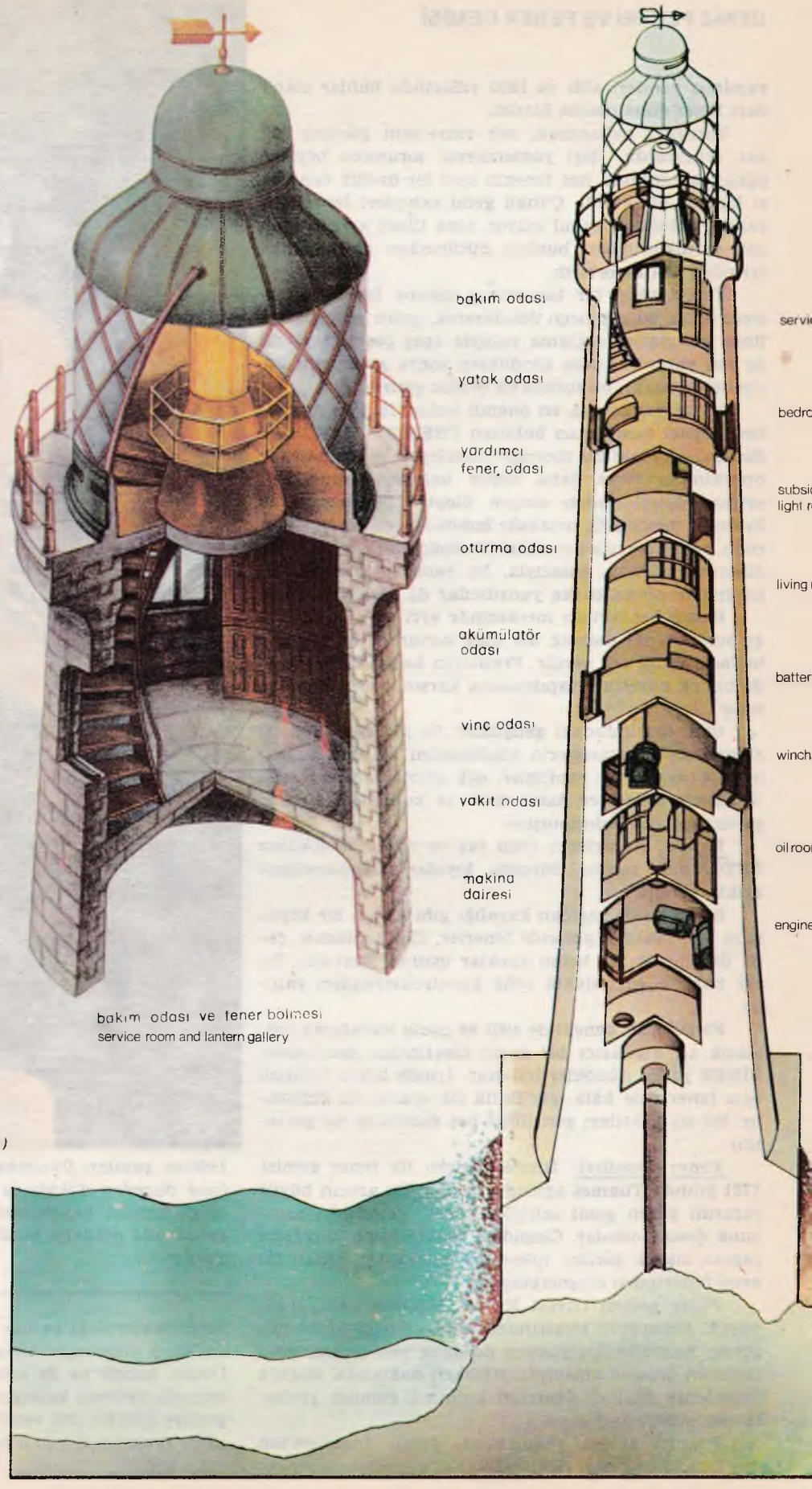
Elektrik ampulü de 1922 yılında, ilk kez Güney Foreland fenerinde kullanıldı. Günümüzde birçok fenerde ampul ya da yüksek basınçlı ksenon lambaları kullanılır. Bunlar için gerekli elektrik, olanak varsa şehir şebekesinden, olmazsa jeneratörlerden sağlanır.

Optik sistemler: Etkili ışık kaynaklarının gelişmesi, doğal olarak yansıtıcı sistemlerin de gelişmesine yolaçtı; çünkü yönlendirilmeyen ışığın çoğu boşa harcanıyordu. Fenerlerde kullanılan optik sistemler *katoptrik* (yansıtıcı), *dioptrik* (kırıcı) ve *katadioptrik* (yansıtıcı ve kırıcı) olarak üçe ayrılabilir.

1752 yılında William Hutchinson tarafından yapılan ilk parabolsü yansıtıcıda alçıdan yapılmış gövde üstüne, kare biçimli ayna parçaları yerleştirilmişti. Bu yansıtıcı ışık kaynağının arkasına yerleştirildiği zaman, ışınlar, yansıtıcının eksenine paralel olarak yansıyor ve bir ışık demeti oluşuyordu. Çok geçmeden, ağır yansıtıcıların yerini gümüş ve bakır alaşımından

South Stack fenerinde lambalardan biri ile mercek sisteminin bir bölümü. (üstte solda) Dairesel bölümler, Fresnel mercekleridir. Dover kıyılarındaki tehlikeli Goodwin Sands sığlığını belirleyen dört fener gemisinden biri. (solda) Bu sığlık, deniz çekildiği zaman ortaya çıkar. İşaret ve ışıklara karşın, birçok gemi burada karaya oturmuştur. Birbirine geçmeli taş bloklardan yapılmış bir açık deniz fenerinin kesiti. Bakım odası ile fener bölmesi ve taşların nasıl birleştirildiği ayrıntılı olarak görülmektedir. (sağda)

bakım odası ve fener bölmesi
service room and lantern gallery



yapılmış yenileri aldı ve 1800 yıllarında bunlar standart fener donanımına katıldı.

Yansıtıcı kullanmak, ışık sinyalinin gücünü 350 kat artırıyordu. Işığı yönlendirme sorununa böylece çözüm bulununca, her fenerin ayrı bir özellik taşıması konusu ele alındı. Çünkü gemi sahipleri fenerlerin yararlı olduğunu kabul ediyor, ama tümü aynı türden ışık verdiklerinden, bunları birbirinden ayıramadıklarından yakınıyorlardı.

Yansıtıcıları bir taşıyıcının üstüne farklı biçimlerde dizip, bu taşıyıcıyı döndürerek, ışığın gruplar halinde yanmasını sağlama yoluyla (peş peşe iki ya da üç kez yanıp bir süre söndükten sonra gene aynı biçimde yanmak), bu soruna da çözüm getirildi.

Fener yapımında en önemli buluş, 1822'de Augustin Fresnel tarafından bulunan FRESNEL MERCEĞİ' dir. Bu, ortadaki bir merceği çevreleyen ve her biri, bir öncekinden biraz daha ilerde bulunan, eşmerkezli prizma dairelerinden oluşan dioptik bir mercektir. Fresnel merceğiyle ortadaki lambadan çıkan ışınların çoğu, yatay bir ışık demetine dönüşür. Katadioptrik bir düzenek sağlama amacıyla, bu yansıtıcı prizmaların üstüne ve altına başka yansıtıcılar da yerleştirilebilir.

Bazen her birinin merkezinde ayrı bir ışık kaynağı bulunan iki mercek üst üste konur ve bu sisteme bi-form optik adı verilir. Fresnel'in özgün düzeneğinde birçok düzeltme yapılmasına karşın, temel ilke aynıdır.

Cam üretimindeki gelişmeler ile plastiğin geliştirilmesi, optik sistemlerin küçülmesini ve hafiflemesini sağlamıştır. Bu yenilikler, ışık kaynaklarındaki gelişmelerle birleşince daha etkili ve kullanışlı aygıtlar yapma olanağı bulunmuştur.

Yapım: Fenerlerin çoğu taş ve önceden dökülen BETON'dan yapılır. Birçoğu kıyıdan kilometrelerce açıkta yeralır.

Sığlık ya da mercan kayalığı gibi uygun bir kayalığın bulunmadığı yerlerde fenerler, dibe saplanan çelik direkler ya da beton ayaklar üstüne oturtulur. Bu tür kuleler, çoğunlukla çelik konstrüksiyondan yapılır.

Fenerlerde, genellikle sisli ve puslu havalarda otomatik sis algılayıcı bir aygıt tarafından denetlenen SİREN ya da düdükler bulunur. İçinde bekçi bulunan bazı fenerlerde hâlâ, gürültülü sis uyarısı da kullanılır. Bu sis uyarıları genellikle beş dakikada bir patlatılır.

Fener Gemileri: Hizmete giren ilk fener gemisi, 1731 yılında Thames ağzında yeraldı. Bu aracın büyük yararını gören gemi sahipleri, fener gemisinin bakımına destek oldular. Gemideki ışıklandırma, direklere çapraz olarak gerilen iplere 3,7 m aralıkla asılan iki gemi fenerinden oluşmaktaydı.

Fener gemisi fikrini Robert Hamblin ortaya atmıştır. Fenerlerin birbirinden ayırt edilemediğini düşünen Hamblin, bu yüzden doğacak yön bulma güçlüklerini önleme amacıyla, tehlikeli noktalara, değişik biçimlerde dizilmiş fenerleri bulunan gemiler yerleştirmeyi planladı.

Thames ağzına yerleştirilen gemi, İngiltere'nin fener alanındaki yetkili kuruluşu olan Trinity House' un karşı çıkmasına karşın, göreve başlamıştı. Trinity House, kandil ya da lamba ışığının gemilere yol göstermede yetersiz kaldığını ileri sürüyordu. Ancak kral, gemiye gerekli izni verdi ve söz konusu gemi, 1730 yılının Temmuz ayından başlayarak 14 yıl görevde kaldı.

1960'ta yapılan Dungeness feneri. Uç uca geçen 21 tane önceden dökülmüş beton çember, yukardan aşağı uzanan öngerilmeli tellerle güçlendirilmiştir. Petek gibi görünen bölümün içinde, sis düdükleri yeralır.

İlk fener gemisinin başarılı olması, bunların sayılarının artıp, alışılmış fener sistemini altüst etmesinden korkan Trinity House yetkililerini telaşa düşürdü ve sonunda kralı 1732 yılının Mayıs ayında verdiği izni geri almaya razı ettiler. Ne var ki, fener gemisi o kadar başarılı olmuştu ki, onu yerinden almak olanaksızdı. Sonunda Trinity House, bir patent alma ve bunu kullanma hakkını 61 yıl için Hamblin'e bırakma zorunda kaldı. Bu başlangıçtan sonra, fener gemileri değerli yol göstericiler haline geldi, ama 1800 yılına kadar başka hiç bir ülke bunları kullanmayı denemedi. A.B.D'nde ilk fener gemisi, 1820 yılında hizmete girdi.

İngiltere'de fener gemileri,istenilen yere çekilerek götürülür. Her gemi, üç yıl görevde kaldıktan sonra doka alınarak bakımdan geçirilir. Aralarında A.B.D. ile Almanya'nın da bulunduğu birçok ülke ise, kendi kendine hareket edebilen fener gemileri kullanmaktadır.

Parabolsü yansıtıcının geliştirilmesinden sonra, fener gemileri daha kolay tanınabilir hale gelmiştir. Ancak asıl sorun, gemi, rüzgar ve dalgaların etkisiyle sallanırken, ışığın hareketsiz kalmasını sağlamaktı.

Bu amaçla optik düzenek, oynak bir çember sisteminin üstüne yerleştirildi ve sistem, karşı ağırlıklarla dengelendi. Böylece, gemi hareket etse de ışık veren aygıtın dik durması sağlandı.

Günümüzde fener gemilerinde çift olarak monte edilmiş, sekiz tane parabolik yansıtıcının üst üste dizilmesiyle oluşan ve her yansıtıcının içinde bir ampul bulunan multikatoptrik sistemler kullanılmaktadır. Yansıtıcıların üstüne oturduğu çerçeve, küçük bir elektrik motoru yardımıyla çevrilir. Yansıtıcıların açılarını ve çerçevenin dönüş hızını ayarlama yoluyla tek, çift, üçlü ve dörtlü çakan ışıklar elde edilir.

Radyo navigasyonu: Günümüzde gemilerin çoğunda radyo navigasyon araçları bulunduğundan, fener gemilerinde de ışık ve sis düdüklerinin yanında telsiz aygıtları bulunur. Bu gemiler, kendilerini tanıtan bir Mors sinyali gönderirler. Ayrıca, yayınladıkları sabit sinyal yardımıyla başka gemiler, bu sinyalin geldiği yöne göre kendi yönlerini belirlerler.

DENİZ OTOBÜSÜ BK. HİDROFOİL

DENİZ UÇAKLARI VE AMFİBİK UÇAKLAR

Uçakların, sulardan kalkıp su üstüne inmesi, aşağı yukarı havacılık kadar eskidir ve bu tür iniş kalkışlar, dünya üstündeki liman, göl ve ırmakların çok iyi birer uçuş pisti görevi yapması sonucu ortaya çıkmıştır. Deniz uçakları, karada yapılan kalkış ve inişlerde kullanılan pistlere gereksinimi ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca, bir deniz uçağına, uçuşta (kalkıştan sonra) içeri alınabilecek iniş takımları takıldığında, ortaya hemen her yere inebilen amfibik bir uçak çıkmaktadır. Günümüzde dünyanın her köşesinde havaalanlarının sayısının artmasına karşın,deniz uçakları ile amfibik uçaklardan geniş ölçüde yararlanılmaktadır.

1928'de hizmete girmiş olan, İmperial Havayolları'nın Short Calcutta deniz uçağı. Bütünüyle metal konstrüksiyon olan uçak, 15 yolcu taşımaktaydı ve en yüksek hızı 177 km/saatti.

Gerçek bir deniz uçağı, gövdesi, su üstünde bir deniz teknesi gibi yüzebilecek biçimde tasarımlanmış bir uçan tekne olarak tanımlanabilir. Bazı küçük uçaklar da, iniş takımlarına tekerlek yerine bot ya da şamandıra takılarak, deniz uçağına çevrilebilirler. Bunlara *bot ayaklı* uçaklar denir.

Kayıtlara geçmiş ilk başarılı sudan kalkış, WRİGHT kardeşlerin ilk motorlu uçakla uçuşlarından altı yıl kadar sonra, 1910 Martında Fransız Henri Fabre tarafından gerçekleştirildi. Düz tabanlı üç tane şamandıra takılmış bu ilk deniz uçağı, oldukça yalın olmasına karşın, bundan sonraki deniz uçaklarının gelişmesinde büyük rol oynadı.

1911 yılında ise, deniz uçakları alanında ilk büyük gelişme görüldü ve A.B.D'nden Glenn Curtiss, tek bot ayaklı, yeni bir uçakla uçmayı başardı. Daha sonra, bu uçağa tekerlekli iniş takımları takıldı ve ilk amfibik uçak ortaya çıktı. Bir yıl sonra, Curtiss' in ilk uçan tekneyi yapması ile, deniz uçakları herkes tarafından kabul edilmeye başlandı.1914 yılında bir havayolu şirketi, Benoist uçan teknelerini hizmete sokarak, Florida'da, St. Petersburg ile Tampa arasında seferlere başladı.

1913-1931 yılları arasında yapılmış olan Schne-

ider deniz uçakları yarışmaları, bu alanda yeni teknolojilerin ortaya çıkmasını sağladı. Önceleri 76,8 km/saat olan ortalama hız, son yarışmalarda 547 km/saate çıktı. Son yarışmaların şampiyonu İngiliz Supermarine S. 6B uçağı, daha sonra 655 km / saatlik bir dünya hız rekoru kırdı ve bu uçağın geliştirilmesiyle de, İkinci Dünya savaşının ünlü Spitfire uçakları ortaya çıktı.

İngiltere, 1920-1930 yılları arasında çeşitli deniz uçakları yaparak bu alanda büyük gelişme sağladı. 1935'te de, bu ülkede, 65,7 m kanat açıklığı ile zamanın en büyük çift kanatlı deniz uçağı olan Short Sarafand yapıldı. Ancak bu arada, A.B.D. ve Avrupa'da daha süratli tek kanatlı deniz uçakları yapılmış bulunuyordu. Almanya, hizmete girmemesine karşın, zamanın en büyük deniz uçağı olan 12 motorlu Dornier Do.X'i yapmış, A.B.D'nde yapılan büyük Sikorsky deniz uçakları ile Martin Clipper'ler ise onları da geride bırakmıştı. 1939 yılında Boeing (314) Clipper deniz uçakları okyanusaşırı yolcu taşımacılığına başladı. A.B.D'nde yapılan deniz uçaklarının en büyüğü 208 650 kg'lık kalkış ağırlığı, 97, 54 m kanat açıklığı ve 700 yolcu kapasitesiyle Howard Hughes'un Hercules uçağıydı. Ancak bu uçak da, ilk seferinden sonra hizmetten kaldırıldı. Hercules 66,75 m'lik gövde uzunluğuyla, bugüne kadar uçmuş uçakların en büyüğüdür.

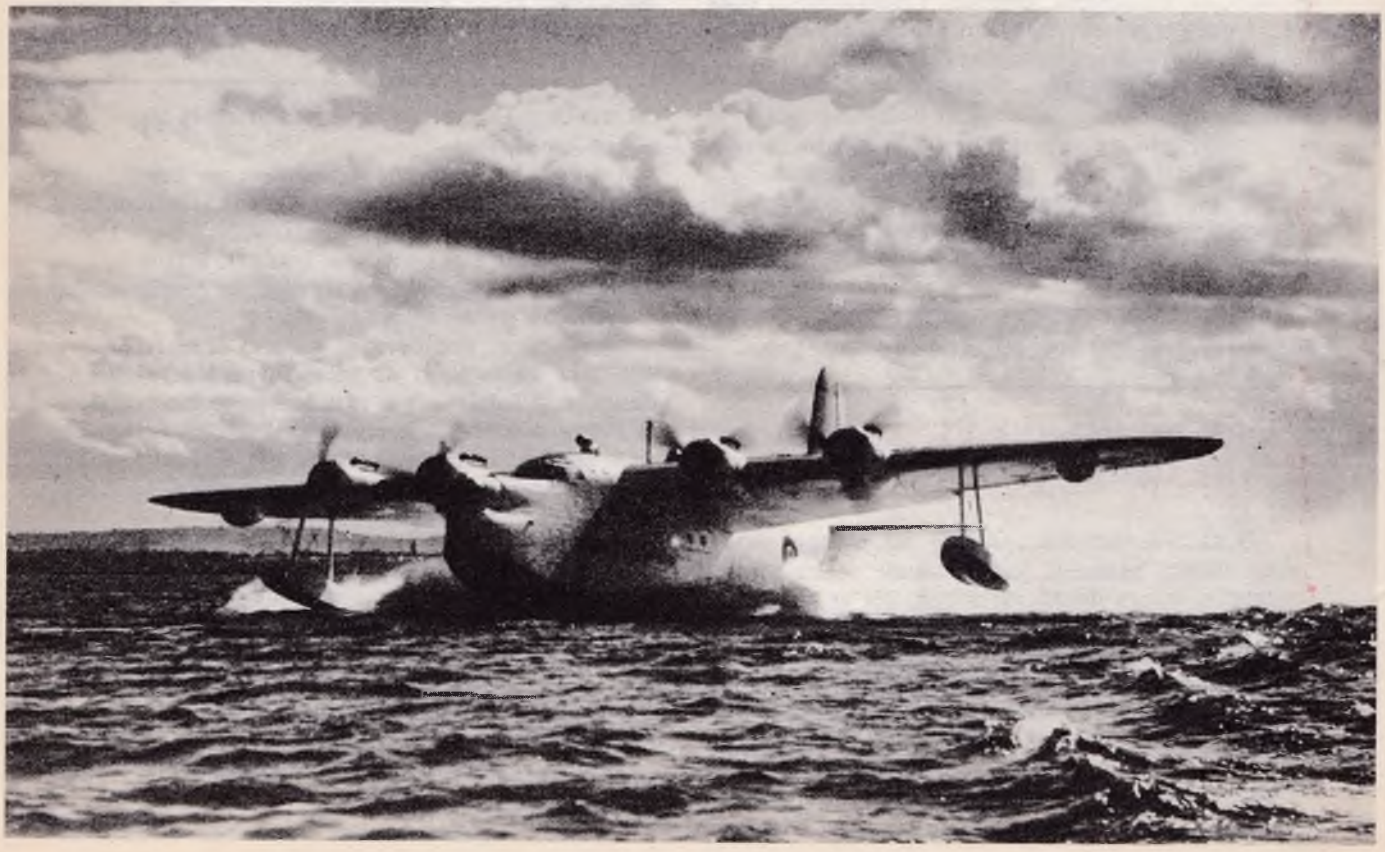
İkinci Dünya savaşının en ünlü uçakları, Amerikan Consolidated Catalina ve İngiliz Short Sunderland deniz uçaklarıydı. Bunlar, hiç durmadan Atlas Okyanusu ve Büyük Okyanus üstünde devriye uçuşları yapmışlardı. Günümüzde, deniz uçaklarında türboprop motorun giderek yaygınlaşmasına karşın, jet motorlu deniz uçağı kullanan tek ülke Sovyetler Birliği'dir.

Küçük deniz uçakları, hâlâ çeşitli görevlerde kullanılmaktadır. Özellikle Kanada ve Alaska ile pek çok gölü olan Norveç, Finlandiya ve Sovyetler Birliği gibi ülkelerde bunlardan yararlanılmaktadır. Örneğin, Kanada'nın kuzey bölgelerinde deniz uçakları, yolcu ve kargo taşımacılığında, ambulans ve yangın söndürücü olarak hemen her zaman kullanılır.

Tasarım: Deniz uçaklarının tasarımında, su, hava kadar önemli bir etmendir. Bu tür uçaklarla uçan pilotlar, aynı zamanda, birer denizci de olmak zorundadır. Ayrıca, deniz uçağı tasarımı yapan mühendislerin, aerodinamik bilgileri yanında, hidrodinamik bilgileri de olması gerekir. Bu alanda çalışanların, su ve su üstündeki rüzgarın karmaşık güçlerini bilmeleri zorunludur. Tasarımdaki çeşitlilik ve sorunlar, gemi yapım alanında olduğu gibi oldukça çoktur.

Tasarımda aerodinamik etmenler pek değişmez. Ancak, kanatların, kuyruğun ve motorların, sudan yüksek tutulması gerekir. Deniz uçaklarında, ön göv-

İkinci Dünya savaşında kullanılmış olan bir Short Sunderland deniz kurtarma ve denizaltısavar uçağı. Bu uçağın en yüksek hızı 338 km/saat, uçuş menzili de 4 828 km idi.

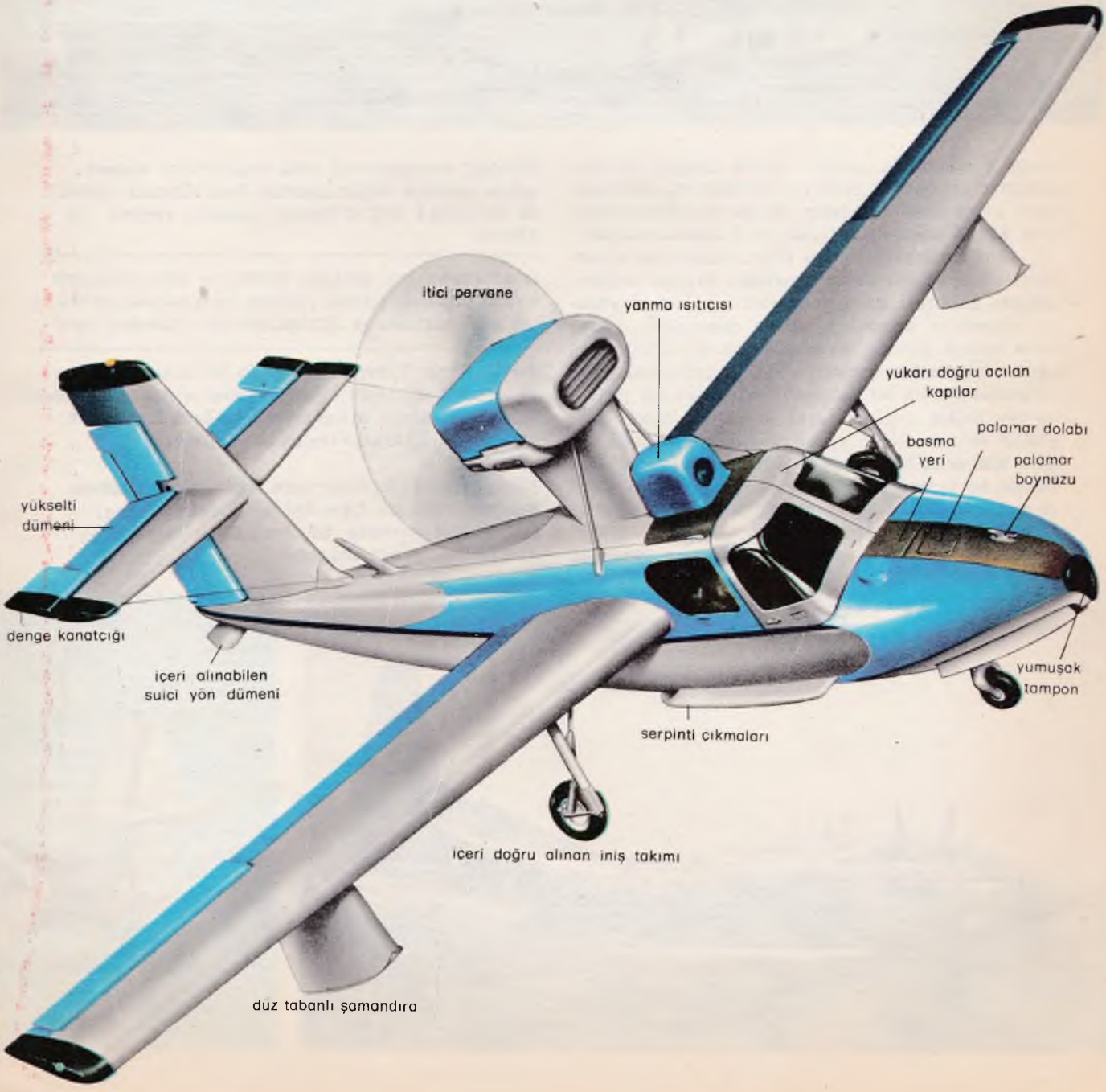


de oldukça büyük olduğundan, denetimin sağlanması için dikey kuyruk ve yön dümeninin de geniş yüzeyli olması gerekmektedir. İniş takımlarının sağlam ve dengeli botları bulunması, hafif ve kalkarken suyu fazla sıçratmayacak biçim verilmesi, tasarımda özen gösterilen etmenlerdir.

Tıpkı gemilerde olduğu gibi, deniz uçaklarında da, yüzme merkezi, ağırlık merkezinin altında olmalıdır. Ayrıca, rahatça yüzebilecek biçimde yapılması ve düşük hızlı seyirlerde su almaması için, yüksek bir pruvası olması gerekmektedir. Kanat ucuna ya da orta kanat altlarına takılan botlar, daha iyi bir denge öğesi sağlayabilirler. Bazı deniz uçaklarına, su üstündeki düşük hızlı seyirlerde yardımcı olarak, portatif suiçi yön dümenleri takılır.

Kalkışlarda gövde, sudan çok çabuk çıkmalıdır. Kalkış hızının sağlanmasında önemli rol oynayan bu özellik, gövde altı, suyu aşağı doğru itecek biçimde yapılarak sağlanır. Deniz uçaklarının gövde altları, hemen her zaman, su sıçramalarını yatıştırma ve kalkış gücünü artırma amacıyla hafifçe içbükey ve

Lake Buccaneer amfibik uçağı. İçeri alınabilen tekerlekli iniş takımı (karada iniş, kalkış için) ve suda denge sağlayan kanat şamandıraları vardır. Karada yönlendirme, burun tekerleğiyle, denizde ise, suiçi yön dümeniyle sağlanır.



Kanada ve Alaska'nın ıssız bölgelerinde hizmet gören yüzlerce küçük uçaktan biri. Kanada yapımı de Havilland DHC-2 Beaver uçağının amfibik tipi. (üstte)

geniş V biçiminde yapılır. Ayrıca, omurga ile yan kenarlar arasındaki çene ve oluklarla, bu özellikler daha kolay sağlanmaktadır. Bu tür bir altyapı tasarımı, küçük deniz uçaklarında da kullanılmaktadır.

Ağırlık merkezinin *kıça* yakın olduğu hız teknelerinin tersine, bir deniz uçağında, hareket başlangıcında kaldırma gücü oluşturması ve suyun yüzüne yükselmesi açısından, ağırlık merkezinin epeyce önde olması gerekir. Bu nedenle, deniz uçaklarının ağırlık merkezinin biraz gerisinde, gemilerdeki kıç yatırması gibi bir set bulunur. «Basamak» adı verilen bu set, kalkış sırasında arka gövdedeki sürtünmeyi azaltır ve kanatların uygun bir kalkış açısı alabilmesi için uçak burnunun kalkmasına yardımcı olur. Uçağın bu aşamadaki durumuna, «basamakta» denir ve uçak, bu düşük hızda gerekli manevraları yapıp, su üstünde yoluna devam edebilir.

Küçük uçaklara, onları deniz uçağına çevirmek için takılan bot ayaklar, küçük ve tam anlamıyla kapalı şamandıralardır. Modern bot ayaklara, kaldırma gücü sağlama ve ağırlığı azaltma açısından, aero-

A.B.D. Deniz Kuvvetleri'ne bağlı bir Convair R_3Y Tradewind türboprop deniz devriye uçağı.(altta solda) Bu uçağın ayrıca, asker taşıma ve havadan benzin ikmali için tanker tipleri de yapılmıştır.

Karaya iniş ve kalkışlar için tekerlekli iniş takımı bulunan bir Lake LA-4-200 uçağı.(altta sağda) Tek ve itici pervane, bir Avco Lycoming motoru tarafından çalıştırılmaktadır.

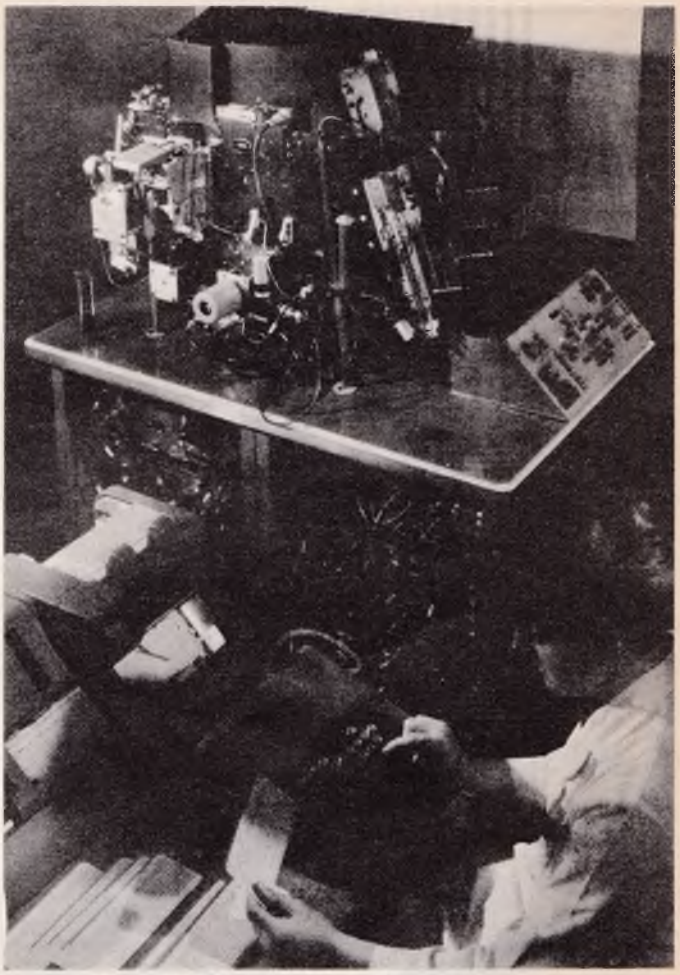
dinamik biçim verilir. Günümüz uçaklarında çift bot ayak kullanılmasına karşın, savaştan önceki deniz uçaklarında tek bot kullanılmış ve bazı deniz uçaklarına da kuyruk botları takılmıştır. Ne var ki, bot ayaklı uçakların sudan oldukça yüksekte bulunması, onlara yüksek bir ağırlık merkezi vermekte ve yan rüzgarlara karşı da duyarlı hale getirmektedir.

Helikopterlere, hidrodinamik iniş takımı gerekmediğinden, hafif, kauçuk şamandıralar takılmakta ya da bunlar, söndürülmüş olarak, gerektiğinde şişirilmek için, iniş kızaklarına bağlanmaktadır. Bazı büyük modern helikopterlerin, amfibik operasyonlar için, tekne biçimli gövdeleri vardır. Dalgalı denizlerde kurtarma işlemlerine katılan helikopterlere takılmak için, yeni dengeleyici yan kanatçıklar üstünde de çalışılmaktadır. Sabit kanatlı deniz uçakları da, bu tür şamandıraları iniş ve kalkışlarda yatay duruma getirip iniş, kalkış yapmaktadırlar. Son yıllarda, kayaklı ve hidrofoil deniz uçakları üstünde de çalışmalar yapılmaktadır.

DENİZYATAĞI MADENCİLİĞİ. BK. MADENCİLİK

DENSİTOMETRE

Bazen bir fotoğraf üstündeki çeşitli bölgelerin açıklık ya da koyuluk derecelerini ölçmek gerekebilir. Bu iş densitometre kullanılarak yapılır. Genellikle, fotoğrafın aslı yerine negatifi kullanılır. Bu tür ölçmelerden, fotoğrafçılıkta RENKLİ BASKI yaparken yararlanılabildiği gibi, bütünüyle bilimsel amaçlarla, sözgelimi, fotoğraftan bir yıldızın parlaklığının çıkarılabilmesi ya da biyolojide hücre çeperi kalınlığının saptanabilmesi için de kullanılabilir. Optik FİLTRE gibi başka geçirgen malzemelerin üstünde ölçümler de yapılabilir.



Bu densitometre, bir atom araştırma merkezinde çalışan kişilerin zararlı dozda ışınım almalarını önleme amacıyla geliştirilmiştir. Araştırıcılar devamlı olarak bir yaka kartı taşırlar. Aygıt, ışınımdan ötürü kartta oluşan kararma niceliğini ölçer.

Densitometre bir ampul ve bir ışıkölçerden oluşur. Ölçülecek parça, bu ikisi arasına yerleştirilir ve ışıkölçer *optik yoğunluğu* (saydamlığın tersi) saptar. Yoğunluk *logaritmik* bir ölçeğe göre belirlenir; örnek, üstüne düşen ışığın yüzde 10'unu geçiriyorsa yoğunluğu 1, yüzde 1'ini geçiriyorsa yoğunluğu 2, v b. kabul edilir.

Uygulamada, ampulden çıkan ışık, bir optik sistemle odaklanır ve genellikle 2,5 mm çapında bir ışık noktasına dönüştürülür. Bununla birlikte, kullanılan aygıta bağlı olarak bu ışık noktasının büyüklüğü değişebilir. Işıkölçer olarak bir FOTOÇOĞALTICI TÜP kullanılır. Buna bağlı bir yükselticinin ampermetresinden fotoçoğaltıcıya gelen ışığın şiddeti okunur. Düzenek, oldukça derli topludur. Küçük bir tabla üstündeki ışık noktası negatif örneği aydınlatırken, ölçüm kafası da bir kol yardımıyla örnek üstüne getirilir.

Yanmakta olan bir mumun «izofotometre» tarafından çizilmiş dört renkli haritası. (üstte) Mumun siyah-beyaz fotoğrafı standart bir mikrodensitometreyle tarandıktan sonra, çıkan sinyaller, elektronik bir sistemle kalemleri çalıştırır.

Tek nokta yoğunluk okumalarında kullanılan «nokta densitometresi». (sağda) Örnek, tabla üstündeki aydınlık noktaya konulduktan sonra, okuma kafası bunun tam üstüne getirilir. Yoğunluklar sayısal olarak okunur.

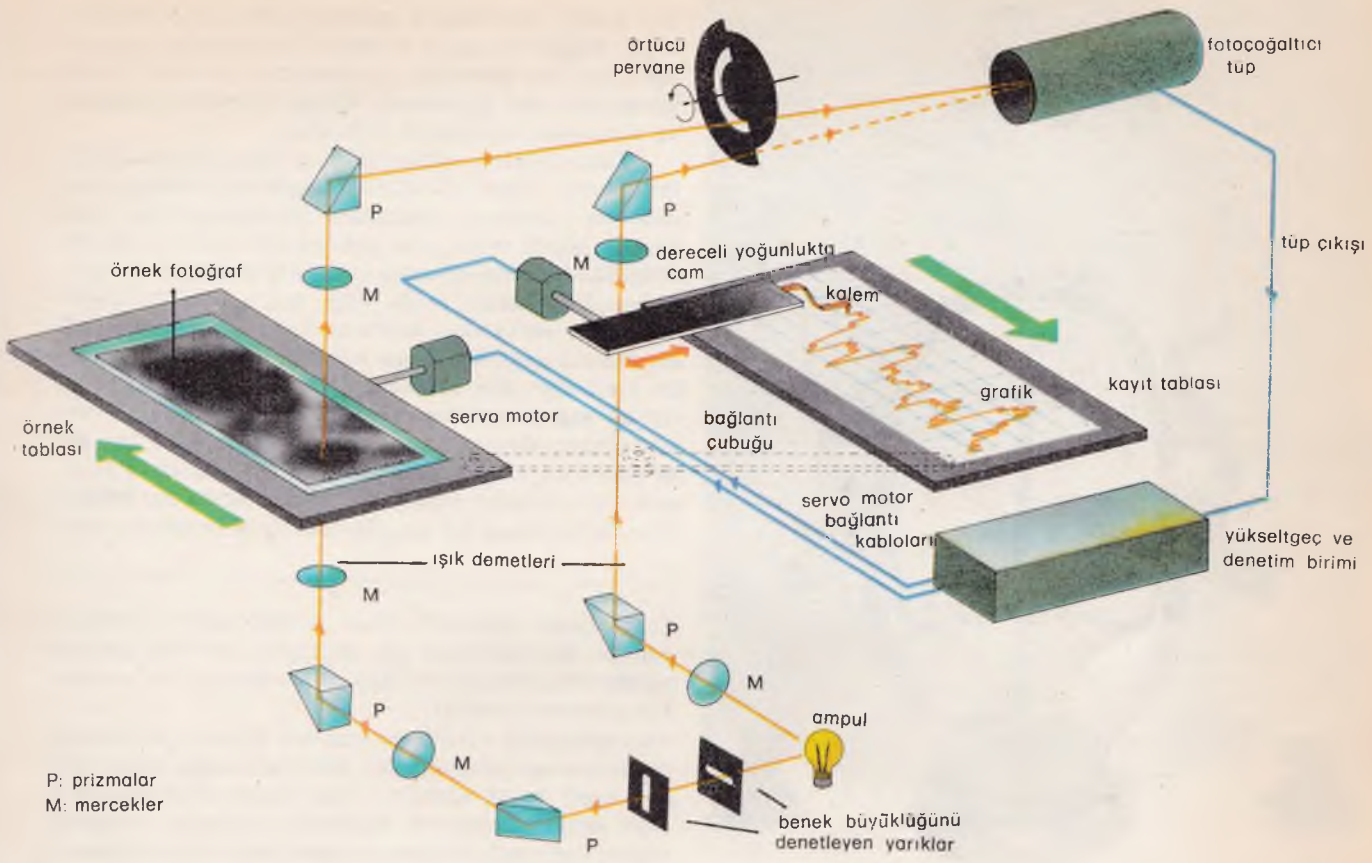
Kafanın içinde, bilinen yoğunluklarda ve RENK ÖLÇÜMÜ'nde kullanılan filtreler bulunmaktadır.

Ampul ve elektronik donanım, aynı örneğin değişmez okumalarını verecek biçimde özenle yapılmıştır. Buna karşın, iki okuma arasında sapmalar olabilmektedir. Dolayısıyle, yoğunluğu bilinen bir kaynağın sık sık ölçülmesiyle, aygıtta gerekli ayarlar yapılır. Artık aygıt kullanıma hazırdır.

Söz konusu ilkenin önemli bir uyarlaması *tarama mikrodensitometresi*'dir. Bu aygıtta kullanılan ışık noktası, fotoğraftaki en küçük ayrıntıyı bile alacak boyutta, yaklaşık 50 mikrometre (0,05 mm) kadardır. Örnek, yavaş yavaş beneğin önünden geçirilirken, yoğunluk değişiklikleri sürekli olarak kaydedilir. Değişikliklerin ampermetreden okunması yerine, SERVOMEKANİZMA'ya bağlı bir kalem, değişikliklerin grafiğini çizer. Sürekli bir yoğunluk grafiği elde etmek için, grafik kağıdı, örnekle eşzamanlı hareket ettirilir.

Kararma her an değiştiği için, bu sistemde ışık ve fotoçoğaltıcı çıkışlarına değişmeyen bir düzeltme uygulanamaz, biraz farklı bir yöntemden yararlanılır. Işık, iki ayrı demete bölünür. Bunlardan biri örnek üstünden geçerken, ikincisi dereceli yoğunluk gösteren (iki ucu arasında azdan çoğa doğru yoğunluk farkı bulunan) cam bir banttan geçer. Kalemi çalıştıran servomekanizma aynı zamanda bandı da harekete geçirir. Fotoçoğaltıcı çıkışı, her iki demetteki ışık şiddetini eşitleyecek biçimde düzenlenmiştir. Dolayısıyle kalem, örneğin yoğunluğuna uygun hareketler yapar.

İzofotometre de aynı işi gören değişik bir aygıttır. Burada da, örnekten geçen bir çizgi boyunca değişen kararma yoğunlukları kaydedilir; ama üçlü bir



Çift demetli, taramalı mikrodensitometrenin çalışma ilkesi. Fotoçoğaltıcı örneğin ayrıntılarını çıkarırken, örneği taşıyan tablanın hareketi bir servo sistemle yavaşlatılır. Kayıt tablası bir çubukla örnek tablasına bağlıdır. Bu çubuk üstündeki bağlantı noktasının yeri değiştirilerek, tablaların birbirine göre hızı ayarlanabilir.

kalem sistemiyle, yoğunluk değişiklikleri, değişik renklerle işaretlenir. İzofotometre sisteminde, fotoğrafın tümü televizyon ekranında olduğu gibi taramadan geçirilir. Sonuçta, eşkararma eğrilerinden oluşan bir harita elde edilir. Haritada aynı renkli bölgeler, eşdeğerdeki yoğunlukları göstermektedir. Bu yöntemle bir resimdeki bütün ayrıntılar ortaya çıkarılabilir.

DEPREMBİLİM

Deprembilim (sismoloji), depremleri araştıran bilim dalıdır. Mezopotamya, Endonezya ve Etyopya gibi deprem bölgelerinde yaşayan ilk insanlar, yer sarsıntısını tanımışlar ve bundan büyük korku duymuşlardı. Geçtiğimiz yüzyılın insanı ise, Yerkürenin iç yapısını araştırma bakımından depremi bir araç olarak kullanmıştır. Günümüzdeki çalışmalar, yakın bir gelecekte depremi bir ölçüye kadar denetlemenin olanaklı olacağını göstermektedir. Geliştirilmiş deprembilim teknikleri, günümüzde nükleer denemelerin saptanmasında da kullanılmaktadır.

İlk deprem kayıt aleti, İ.S. 132 tarihinde Çinli Çang Heng tarafından yapılmıştır. Bu, çevresindeki halkada metal toplar bulunan bir vazoydu. Yer sarsıntısı durumunda ortadaki sütun hareket ediyor ve toplardan biri, metal bir kutuya düşerek ses çıkarıyordu. Toplardan hangisinin düşüp, hangisinin yerinde kaldığına bakılarak depremin yönü saptanabiliyordu. Günümüzün çağdaş sismometreleri (depremölçer) bu ilkel sistemin geliştirilmesiyle ortaya çıkmış ve deprembilime büyük katkılarda bulunmuştur. Günümüzde yerkabuğu içindeki zenginliklerin araştırılmasında yapay deprem şokları kullanılmakta ve kabuk içini inceleyen bir endüstri dalı gelişmiş bulunmaktadır (Bk. YERFİZİĞİ).

Sismograflar: Son birkaç yüzyıl içinde sismograf tasarımında sağlanan ilerlemeler, herhangi bir yerde oluşan yer hareketlerinin doğrudan kaydına olanak vermektedir. Günümüzde her ülkede, sürekli kayıt yapan sabit kayıt donanımları bulunduğu gibi, geçici projeler için de taşınır kayıt aygıtları kullanılmaktadır. Depremi ölçebilen her aygıta sismometre adı verilir. Sarsıntıyı bir YAZICI yardımıyla çizerek kaydeden aygıtlara ise, sismograf (depremçizer) denir.

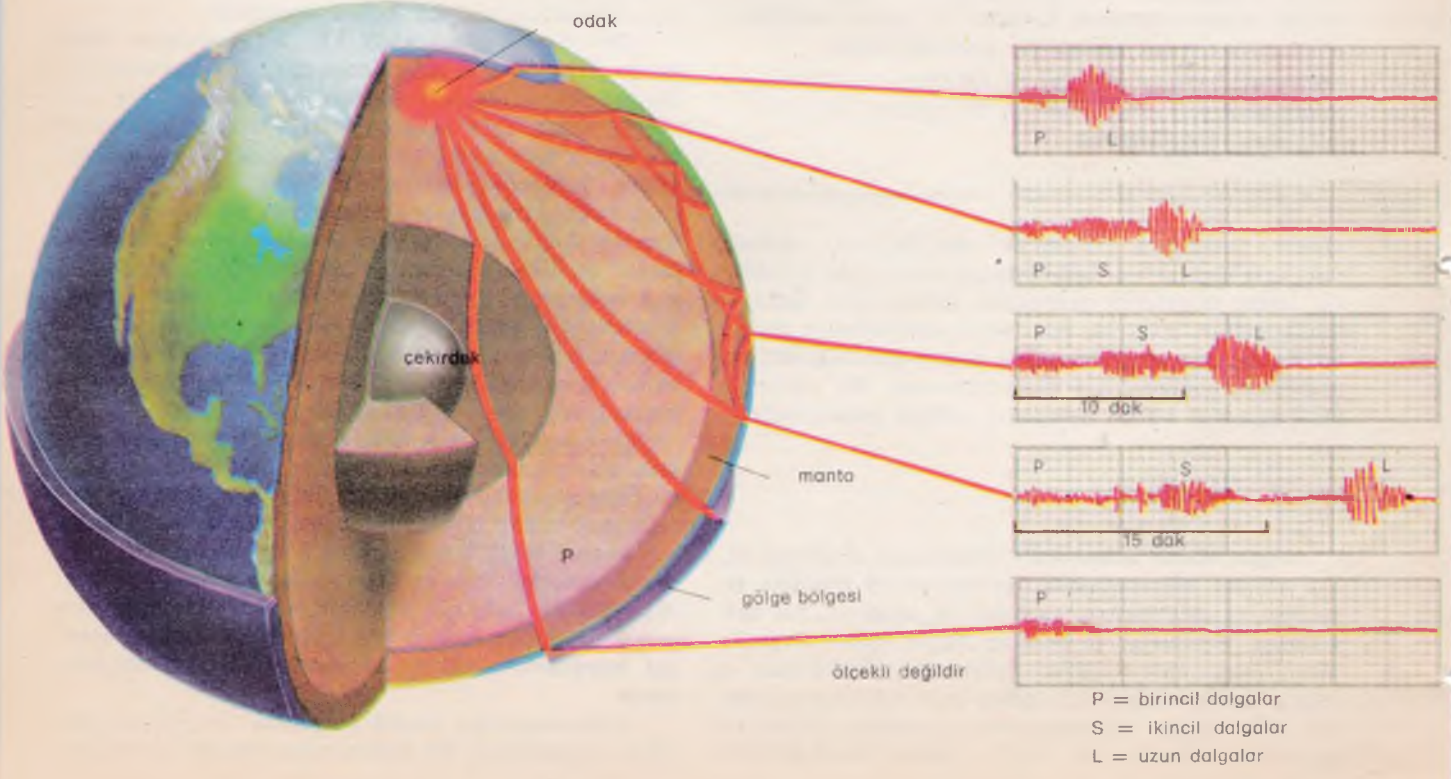
Yerkabuğunun, sismik dalgalara her yöndeki yanıtını kaydedecek bir sismografın yapımı olanaksız-

dır. Ancak, bir deprem gözlemevinde, yer hareketlerinin düşey ve yatay yöndeki bileşenlerini kaydetmek için, en azından iki sismograf bulunur. Yatay bileşen iki ayrı doğrultuda olabileceği için, genellikle üç sismograf kullanmak uygundur.

Yatay bileşen sismografı, çok ağır bir SARKAÇ'tan oluşur. Nasıl FOUCAULT sarkacı, üstünde bulunduğu yerkürenin dönüşünü kanıtlarken hep aynı düzlem içinde salınıyorsa, sismografın sarkacı da EYLEMSİZLİK momentinden ötürü, altındaki toprak sarsıldığında, olduğu yerde asılı kalma eğilimindedir. Sismograf sarkacının salınımlarının sürmesi, istenen bir durum değildir. Bunu önlemek için sönümleyiciler kullanılır. Her sarkacın, belli bir peryodu (sarkacın bir salınımını tamamlamak için geçen süre) vardır. Oluşan depremin peryodu bununla aynı ise, elde edilen kayıt bir anlam taşımaz. Bir depremin oluşturacağı peryotlar 0,01-0,003 saniye arasında değişebilir. Böyle geniş bir aralığı, tek bir sismografla izle-

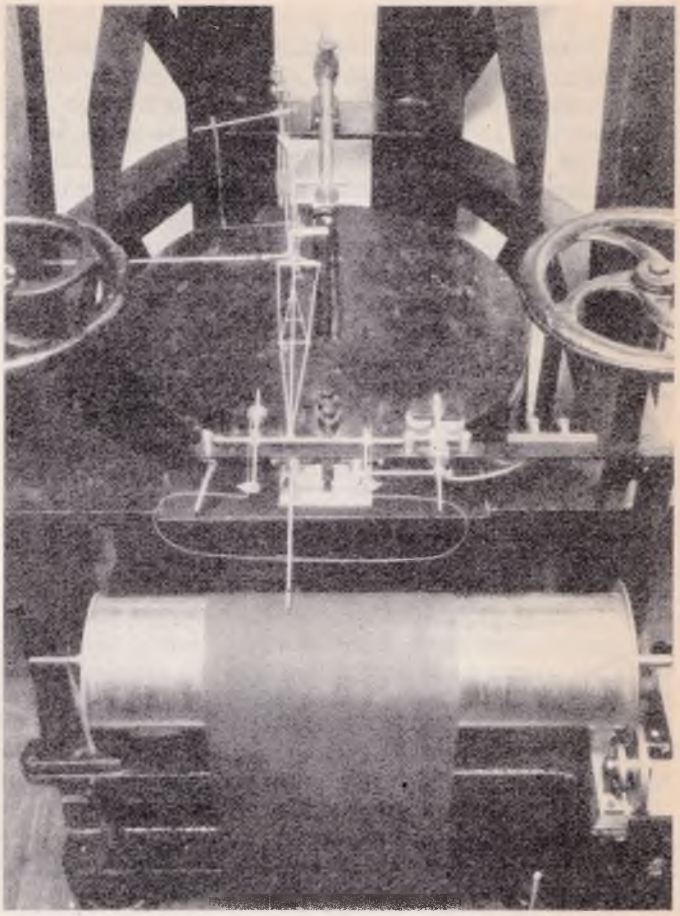
Çang Heng sismometresinin çalışma ilkesi. Ortadaki çubuk, ters çevrilmiş bir sarkaçtır. Bir kol sistemi yardımıyla, timsahların ağzı açılmaktadır. Bu aygıtın aslı yitmiştir. (solda)

Sismografların verdikleri kayıtlar, deprem odağından uzaklıklarına göre değişir. Derinde oluşan depremler çok zayıf kayıt verirler; ama çeşitli istasyonlardan elde edilen kayıtların karşılaştırılmasıyla, bunların yerleri saptanabilir. Uzun dalgalı şoklar, sönümlenmeden önce dünyayı birkaç kez dolaşırlar. (altta)



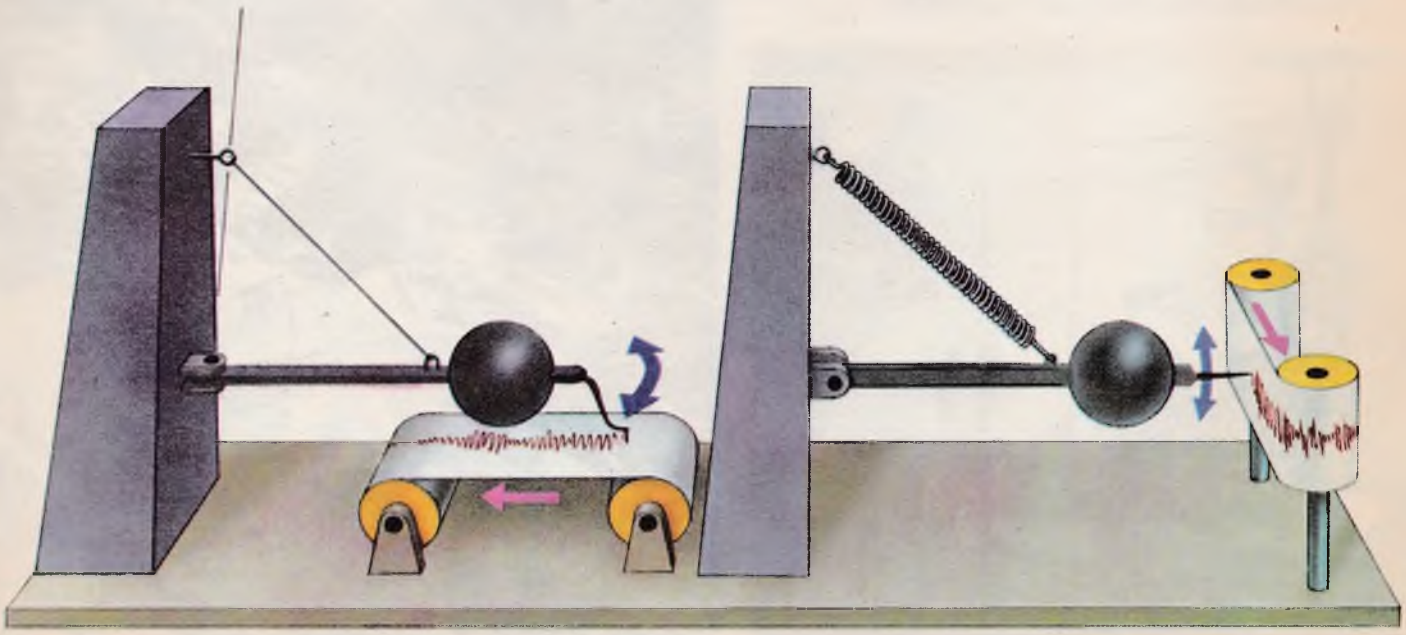
mek sağlıklı değildir. Bu nedenle, değişik peryotları olan sismograflar yapılmıştır. Sözgelimi, uzun dalgaları kaydetmek için, rezonans peryodu uzun aygıtlar kullanılır. Peryodu birkaç saniye kadar uzun olabilen gerçek bir sarkacın boyu çok uzun olacağından uygulamada bir ucuna ağırlık bağlanmış bir çubuktan oluşan ve destek noktası dışında bir noktadan asılmış sarkaçlar kullanılır. Böylece sarkaç, hafifçe denge durumunun dışında kalır ve biraz itildiğinde bir dakikaya kadar varan bir peryotla salınmaya başlar.

Düşey bileşen sismografı, temelde yaya asılmış bir ağırlıktan oluşur. Yatay bileşen aygıtında olduğu gibi ağırlık biraz yukarı itildiğinde, yay salınmaya başlar. Yerin hareketi yaydaki uzamalarla ölçülür. Sismografın fiziksel özellikleri olanak sağlarsa, 1 mm'den daha az yer değiştirmeler gözlenebilir.



Yüzyılımızın başında birçok değişik sismograf yapıldı. Resimde görülen „standart yatay sarkaç tipli bir Nainka sismografıdır. Sarkaç, dökme demir disklerden oluşur. (sağda)

İki tip sarkaçlı sismografın genel ilkesi. Yatay bileşeni kaydeden sarkacın salınım ekseni, kendi öz titreşimlerini önlemek için biraz eğik tutulmuştur. Deprem salınımları, sarkacı rezonansa getirirse, bu durumda kayıt anlamsız olur. Düşey bileşen sismografı, istenilen doğrultuda yönlendirilebilirse de, uygulamada yatay ve düşey sismograflar birbirlerine dik gelecek biçimde yerleştirilirler. Çizimdeki hareketler abartılmıştır. (altta)



yatay sarkaçlı sismograf

düşey sarkaçlı sismograf

Deprem merkezine (episantr) yakın olmamak koşuluyla, sismik hareketlerin yeryüzünde neden olduğu hareket pek küçüktür. Bunu görünür duruma getirmek için 1 000-1 000 000 kez büyütmeğe gerek vardır. İlk sismograflar bütünüyle mekanikti. Kaldıraç kuvvetiyle büyütülen hareket, sürekli dönen bir tambur üstündeki isli kağıdı bir uç yardımıyla çiziyordu. Sürtünme kuvvetlerini yenmek için, ağırlığı 1 tona varan sarkaçlar kullanılıyordu. Bu tür sismografların bazıları, günümüzde kullanılmaktadır. İstenmeyen salınımları önlemek için ise, havalı ya da yağlı sönümleyiciler kullanılmaktaydı.

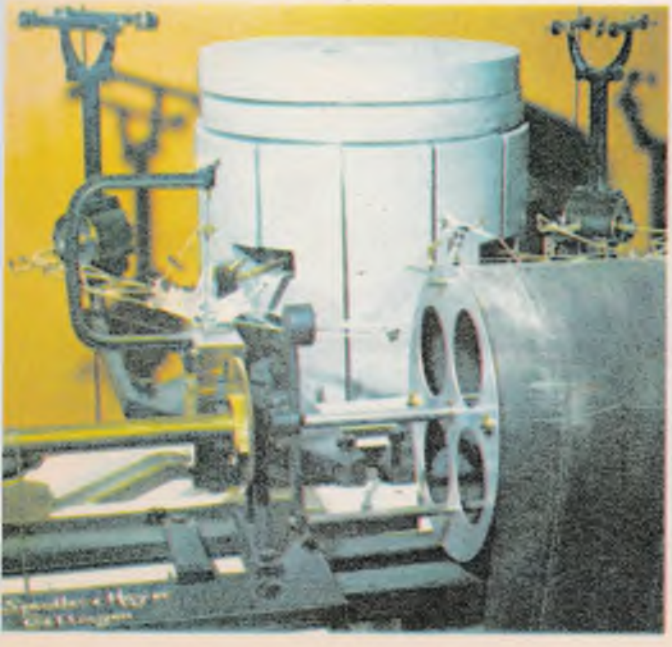
Çağdaş sismograflar, ELEKTROMAGNETİZMA ilkelerine dayanır. Bunlar, elektrikle indüklenebilen bir metal ve onu çevreleyen bir bobinden yapılmışlardır. Sarkaç hareket edince, bobinde bir akım oluşur. Sönüm işlemi de gene elektromagnetik yolla sağlanır. Bu aygıtlar son derece duyarlıdır. Kayıtları doğrudan banda alabildikleri gibi, BİLGİSAYARLAR'la da çözümleyebilirler.

1935'te yerkabuğu hareketlerini ilk kez doğrudan ölçebilen özel türden bir sismograf geliştirildi. Böyle bir aygıt, deprem bölgeleri için son derece yararlıdır. Birbirinden 20 m uzaklıktaki iki nokta arasında beliren uzaklık değişikliklerini ölçer. Gene deprem merkezlerine yakın yerlerde kullanılan tiltmetreler (kaymaölçer) ise, büyük depremlerden önce biriken kaymaları saptama amacıyla kullanılır.

Yeraltı araştırmaları: Depremlerden ya da yapay patlamalardan yayılan dalgalar, yeryüzünün iç yapısı konusunda önemli bilgiler verir. Depremler, genellikle üç ana tür dalga oluştururlar. Birincisi *yüzey dalgaları*dır. Bunlar, deprem merkezine yakın yerlerde oluşan büyük zararların kaynağıdır. Çok uzağa gi-

Ay sismolojisi, ilk kez Apollo astronotlarının bıraktığı aygıtlar yardımıyla başladı. Asıl sismometre, ortadaki yalıtılmış silindir içinde bulunmaktadır. Arkada görülen aygıt ise, verileri dünyaya ulaştırmaya yarar. Ay yüzeyine düşen göktaşlarının oluşturduğu depremlerin verdiği sonuçlara göre, ayın iç yapısı dünyanınkinden çok farklıdır. Çünkü deprem dalgaları, bir değişme göstermeksizin uzun süre yayılabilmekte, bu da ay içinde sürekli bir temel kaya yapısı olmadığını ortaya koymaktadır. (sağda)

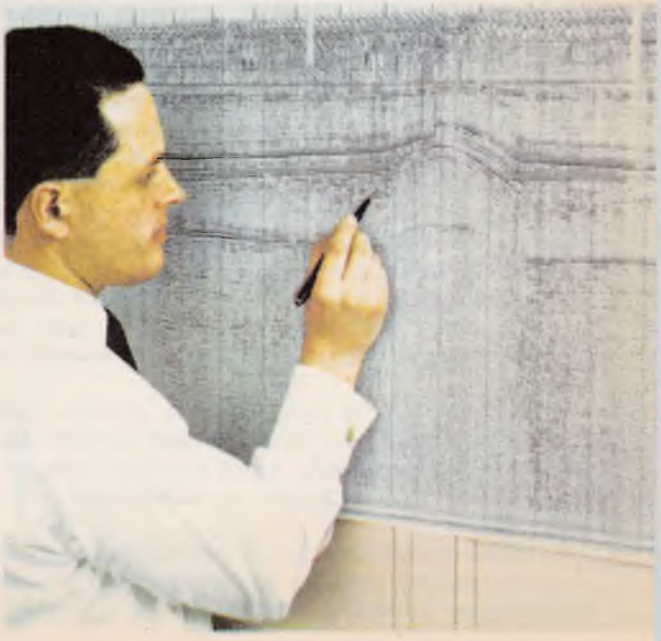
İlk mekanik sismograflardan biri. (altta)

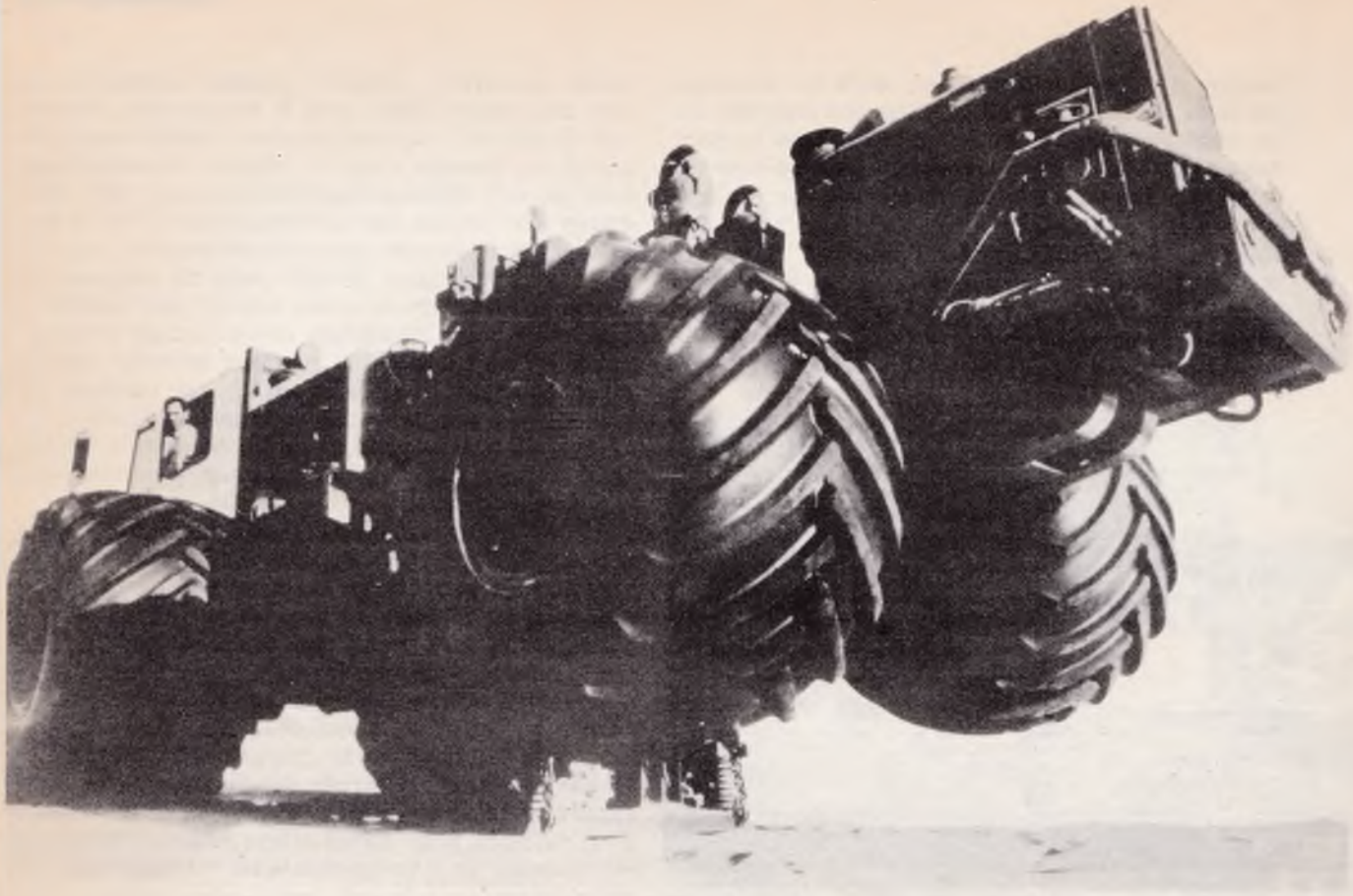


debilen yüzey dalgalarından söz edilse de, genellikle çok hızlı söndükleri bilinir. Deprem merkezinden 300 km uzaklıkta aşağı yukarı yok olurlar. Buna karşılık daha uzun uzaklıklar aşabilen zayıf *uzun dalgalar* da vardır. Ancak, deprem merkezinden belli bir uzaklıkta gözlenen dalgalar, çoğu kez dünyanın büyük bir kütlesini aşıp gelen dalgalardır. Bunlara da birincil ve ikincil anlamına gelen *P dalgaları* ve *S dalgaları* denir. P dalgaları itip çekici etkiler oluştururken, S dalgaları çalkalayıcı etkiler oluştururlar. Bu iki tür, birbirinden bütünüyle farklıdır. P dalgalarında, maddenin tanecikleri, dalganın yayılma doğrultusunda ileri geri hareket eder; oysa S dalgalarında, maddenin tanecikleri, dalganın yayılma doğrultusuna dik doğrultuda hareket eder. P dalgaları S'lerden daha hızlı yol alıp deprem istasyonlarına daha önce vardıkları için, birincil diye adlandırılırlar. Ayrıca S dalgaları, sıvı ortamlarda hızla söndüklerinden buralarda yayılma yapmazlar. Kabuk (yerin dış tabakası) ve manto (çekirdek çevresindeki tabaka) gibi tabakalar üstüne bir dalga geldiğinde, dalga kaynağı durumuna geçer, P ve S dalgaları yaymaya başlarlar. Böylece yeraltındaki tabakaların alt ve üst sınırları, bu özelliklerden yararlanılarak saptanabilir. Ayrıca, yerkürenin en iç tabakasını oluşturan *çekirdeğin* sıvı nitelikli olduğu, buradan S dalgalarının yayılmamasından anlaşılmıştır.

XIX. yüzyıl sonlarında deprem merkezi (depremin oluştuğu noktanın tam üstündeki yeryüzü noktası) yakınlarında, yüzey dalgaları dışında ötekilerinin kolayca söndüğü ve bazı bölgelerde bütünüyle gözlenmediği fark edildi. Bu bölgelere «gölge» bölgesi denildi. Aynı merkezden değişik uzaklıklarda başka gölge bölgeleri de bulundu. XX. yüzyılın başlarında bu özellikten, yeryüzünün içini oluşturan tabakaların saptanmasında yararlanıldı. Sözgelimi, 1906'da iç çekirdeğin varlığı, deprem merkezinin yeryüzündeki tam karşıtında gözlenen bir gölge bölgesinin varlığına bağlı olarak ortaya çıkarıldı. Çekirdek, erimiş demir ve nikel içermektedir. Göktaşlarının ve başka gezegenlerin de aynı malzemeden oluştuğu varsayılmaktadır. Ayrıca, zaten çekirdek ortamındaki basınç ve sıcaklık koşulları başka bir sıvının bulunmasına olanak vermez.

Kuzey Denizi'nde yapılmış bir dizi sualtı patlamasında sağlanan kayıtlarla, taban kayasını saptayan yankı kayıtları. (altta)





Sismik araştırma yöntemlerinden biri de vibroseis'dir. Bu yöntemde, resimde görülen türden bir araç kullanılır. Sismik titreşimler, aracın orta bölümünden yere indirilen bir pabuçla sağlanır. Bu sırada aracın arka tekerlekleri havaya kalkar. Bu tip bir araç 15 ton dolayındadır.

İç çekirdeğin ise inanılması zor bir katı malzemeden oluştuğu, gene gölge bölgelerine düşen zayıf yansıma dalgalarından anlaşılmaktadır.

Deprem tahmini: Depremler, yerin içindeki malzemenin yer değiştirmesi ya da yeniden düzenlenmesi sonucunda oluşur. Derin ve sığ depremler olarak ikiye ayrılırlar. Daha çok görülen sığ depremlerin yeryüzünden derinliği yaklaşık 50 km kadardır. Bunlar çoğunlukla jeolojik hareketlerin fazla olduğu okyanus ortası eşiği, kıta kenarları gibi bölgelerde ya da Hawaii gibi volkanlı yörelerde oluşur. Okyanus ortasında erimiş malzemeden oluşan *magma* yukarı doğru çıkar ve deniz tabanı üstünde yayıldıktan sonra, kıta kenarlarında yeniden aşağı doğru iner. Magma, deniz tabanına doğru yükselirken, kimyasal yapısı birçok kez değişir *(hal değişimleri)*. Bu da billur yapısının ve dolayısıyle hacminin değişmesine yol açar. Sürekli sıcaklık ve basınç yitimine uğrayan bütün maddelerin hacminde bir genişleme söz konusudur. Genişleme, çevresindeki kütleleri harekete zorlayarak, deprem dalgalarının ortaya çıkmasına neden olur.

Gene devamlı ısı yitimi sonucu, okyanus ortası eşiklerinde volkanik hareketler kendini gösterir. Eşikler boyunca çok uzaklara, hattâ bunların İzlanda ve Etyopya gibi kara uzantılarına kadar varan bir ısı akımı doğar.

Magma maddesinin derine inmeye başladığı kıta kenarlarında ise, durum bütünüyle ters yöndedir. Konveksiyon akımları halinde derine doğru inen magma, yeniden eriyip hal değişimine uğrar. Bunun sonucu olarak, kıta kütlesinin kıyılarında derin odaklı depremler oluşur. Hareket halindeki bu akımlar, erimiş volkanik maddeyi de birlikte taşıdıklarından, su yüzeyinde volkan adaları oluştururlar. Bunların en belirgin örneği Japonya'dır. Japonya'nın güneydoğusunda oluşan depremler, bu bölgedeki derin okyanus çukuruna çöken magmadan kaynaklanmaktadır. Bu yüzden yalnızca birkaç kilometre derinliktedir. Oysa, Tokyo altında söz konusu derinlik 10'larca km'yi bulur. Bu nedenle, deprem denetiminde gelişme sağlansa bile, Japonya'nın bundan yararlanması beklenemez.

Konveksiyon hareketleriyle ilgili olmayan sığ deprem türleri de vardır. Bunlar, yeryüzündeki fay hatlarının kenarlarında ortaya çıkar. Örneğin, İskoçya'daki Midland vadisinde olduğu gibi. Bu bölgeler, önemli deprem bölgelerinden çok uzakta bulunabilirler. Bu tip depremler, ateş çemberi dediğimiz Büyük Okyanus halkası gibi bölgelerde oluşanlara oranla çok zararsızdır. Bazen *derin odaklı*, ama belli bir dağılım göstermeyen depremlere de raslanır. Bunlar, ka-

buk ile mantonun ayrıldığı,40 km derinlikteki *Mohoroviçiç Süreksizliği*'nde ya da manto içindeki hal değişimleri sırasında ortaya çıkar. Deprem dalgaları yüzeye çıkıncaya kadar oldukça zayıfladığından, genellikle önemli bir etkileri olmaz.

En önemli deprem bölgelerinden biri de, Kaliforniya'daki San Andreas fayı çevresindedir. Bu, kabuk hareketlerinin, konveksiyon sonucunda fay çizgisi boyunca oluştuğu bir geçiş bölgesidir.

Depremler şiddetlerine göre ölçülür. En çok kullanılanı Mercalli ölçeğidir ve 1'den 12'ye kadar derecelenir. Küçük değerler, küçük ve zararsız sarsıntıları, büyük değerler de afetlere yolaçabilecek depremleri gösterir. Bir başka ölçek de Richter ölçeğidir. Mercalli ölçeğindeki 12'ye kadar derecelenmeye karşın bu ölçekte bir üst sınır yoktur. Şiddet ölçüleri, ya depremin gözlem istasyonundan algılandığı şiddete ya da deprem merkezinde oluşturduğu şiddete göre değerlendirilir. Oluşan birçok depremin merkezinde sismograflar bulunmayabilir; ama depremin etkisi uzaklardaki istasyonlarda kaydedilir.

Sismik hareketlerin izlenmesi alanında pek çok aygıt kullanılmaktadır. Bunlar depremi tanımlayan yeni kuramların gelişmesini ve sarsıntıların önceden kestirilmesi konusunu gündeme getirir. Yerkabuğundaki kayma ve gerilmelerin artışı, oluşacak bir depremin son belirtileridir. Bunlardan yararlanılarak son yıllarda, Kaliforniya ve İzlanda'da bazı başarılar elde edilmiştir. Gene büyük bir depremden önce bölgedeki deprem hareketlerinde bir düşmenin gözlenmesi de bir belirteç olarak alınabilir. Bunun nedeni belki de yer içinde biriken gerilimlerin, kütleleri yavaş yavaş harekete geçirmesi ve sonunda serbest kalarak bir deprem hareketi yaratmasıdır. Bu harekete sürekli olarak sürtünme kuvveti karşı koyar. Ancak bu kuvvet yenildiğinde, bütün enerji serbest kalarak bir yıkıma yolaçabilir.

DERAYÖR VİTES Bk. BİSİKLET VİTESİ

DERİ, SENTETİK

Derinin çeşitli uygulamaları vardır. Ama dayanıklı olması ve kolayca biçim verilmesi gibi özellikleri, en çok AYAKKABI ÜRETİMİ'nde kulanılmasına yolaçar. Ayakkabı derisinin ayrıca, ayak rahatlığı ve sağlığı için, nemi soğurma ve dağıtma özelliği de olmalıdır. Gittikçe artan deri istemi, artık yalnızca doğal kaynaklarca karşılanamamaktadır. Bu yüzden günümüzde, ayakkabıcılığın yanı sıra, döşemecilik, giyecek üretimi, bavul ve çanta yapımı gibi çok geniş alanların gereksinimine yanıt veren sentetik deri üretimi gerçekleştirilmektedir.

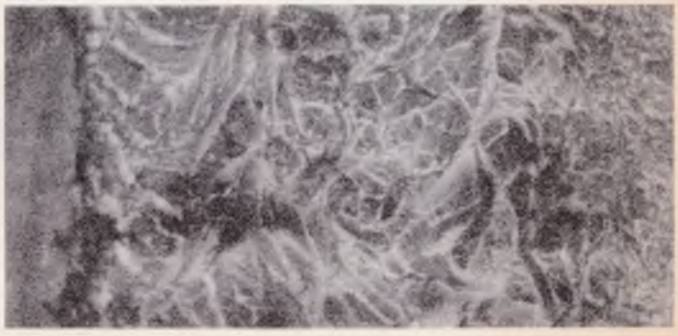
Deri yerine geçen ilk ucuz madde, 1920'lerde ortaya çıkan «muşamba»ydı. Bunu, 1940'larda, vinil kaplanmış bezler izledi. Ne var ki, ilk örnekler, büküldüklerinde kolayca çatladıklarından, oldukça kısa ömürlüydü. Ayrıca hiç biri, su buharı ve havayı geçirme özelliği taşımıyordu. 1950'lerden bu yana, daha başarılı sonuçlar veren birçok seçenek ortaya çıkarılmıştır.

Sentetik deriler iki grupta toplanabilir. Birincisi, doğal derinin bütün özelliklerini, hattâ «soluyabilirliğini» kendinde taşımayı amaçlayan ve *poromerik* adı verilen maddelerdir. İkincisi ise, yalnızca görsel açıdan doğal deriye benzer. Aynı ölçüde dayanıklıdır, ama ayak sağlığını koruyucu özellikleri yoktur. İkinci grup, genellikle plastik (ya da *polimer*) kaplanmış dokumalardan oluşur.

Poromerikler: İlk poromerik, 1960 yılında A.B.D.'nde Du Pont şirketince piyasaya sürülen Corfam'dır. Bu madde, ticari açıdan pek uzun ömürlü olmamakla birlikte, birçok olumlu özellik taşıyordu ve daha sonraki gelişme çalışmalarıyla yaygın bir kullanıma ulaştı.

Deri aşağı yukarı bütünüyle, *kolagen* adı verilen, yoğun ve birbirinin içine geçmiş, *hidrofil* (suyu seven) PROTEİN lif yumaklarından oluşur. Lifler, üst yüzeyde, içerde olduğundan daha sıkı bir biçimde örülmüştür. Bu yapı, hem dayanıklılık, hem de su buharı ve havaya karşı geçirgenlik verir ve üst yüzeyde pek fazla kırışıklığa yolaçmadan derinin bükülebilmesini sağlar. Bazı plastik köpükler de aynı özellikleri gösterir. Ancak, aynı oranda nem soğurmaz. Keçeler ya da

Gerçek bir deri parçasının bu kesiti, kolagen adı verilen liflerin, sağdaki üst yüzeye doğru nasıl daha sıkıca örüldüğünü açıkça göstermektedir. (altta)



Lifli bir poromerik olan Xylee, bir polimer ile iç içe geçmiş bir keçe tabandan oluşmaktadır. Resmin sağındaki üst yüzey ise, bir poliüretan köpüğünden yapılmıştır. (üstte)

Sentetik derilerin en başarılılarından biri olan Porvair'in kesiti. Bu madde, iyi bir «soluyabilirlik» özelliği sağlayan, birbirleriyle bağlantılı deliklerden oluşmuş bir yapısı olan poliüretan köpüğünden yapılmıştır.

dokuma olmayan kumaşlar dayanıklıdır, ama güzel bir görünüm veren cila ya da başka işlemleri kolaylıkla kabul etmezler.

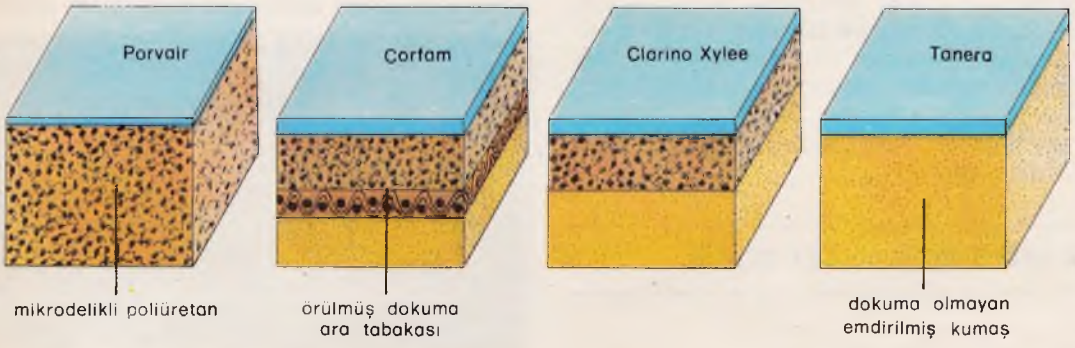
Corfam'ın karmaşık bir yapısı vardır. Üstüne sıkıca dokunmuş bir naylon bezin geçirildiği, dokuma olmayan keçe sırttan oluşur. Üst yüzey poliüretan köpüktendir. Poliüretan köpük, hem su buharı geçişine izin verir, hem de lak ve cila kabul eder. Keçe tabakası, iğneyle delinen bir polyester lif ağından yapılır. Lifleri bir arada tutmak için, bunlara poliüretan çözeltisi emdirilir. Naylondan dokunmuş bez, buna bir poliüretan yapıştırıcıyla tutturulmuştur. Poliüretan köpük, yüzeye yayılmıştır. İstenen görsel etki, üstünde deriye benzer bir desen bulunan ısıtılmış bir levhanın yüzeye uyguladığı basınçla gerçekleştirilir. Bundan sonra, yüzey cilalanır.

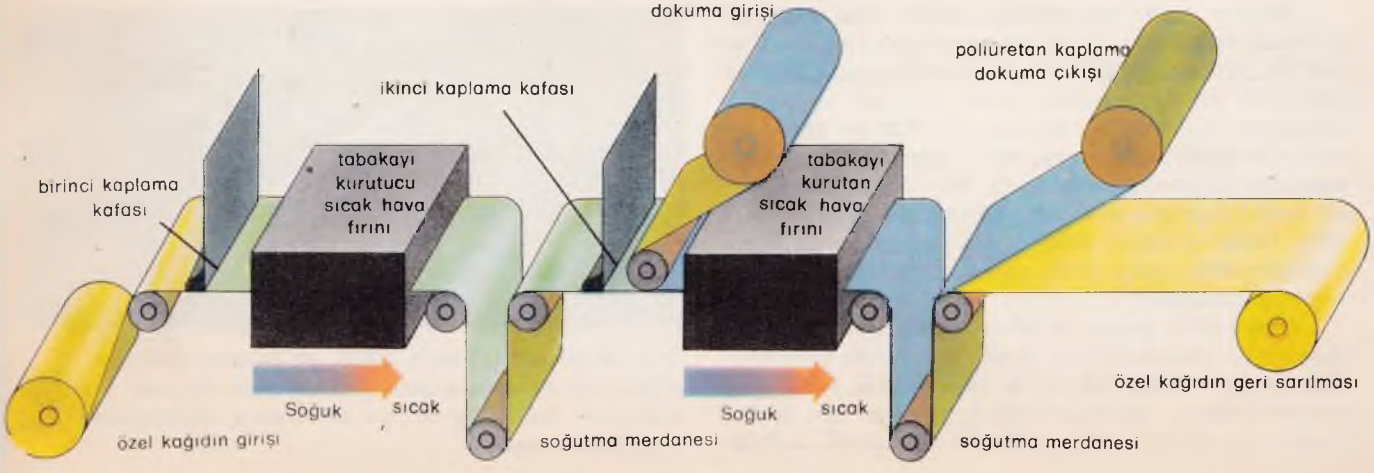
Ticari açıdan başarılı poromerikler, bütünüyle liflerden oluşan maddelerden (örneğin Tanera), tümü köpüksü yapıda olan poromeriklere (örneğin Porvair) kadar değişir. Tanera üretiminde delme işlemiyle, üst yüzeyde daha karmaşık bir yapı oluşturulur. Liflere daha sonra, bağlayıcı işlevi gören bir polimer çözeltisi emdirilir.

Öte yandan, Porvair, hiç lif içermeyen tek poromeriktir. Bu madde, birbirlerine bağlı deliklerden oluşan, *ağ biçimli* bir poliüretan köpüktür. Köpük, poliüretanın kimyasal bileşenleri olan *izosiyanat* ile *polialkolü*, uygun bir çözücüde (dimetil formamit) çözündürerek ve ince dövülmüş tuzu (sodyum klorür) tepkime karışımına katarak üretilir. Ortaya çıkan madde, iki aşamada hareketli bir kayışın üstüne dökülür.

İlk tabakanın kaba bir örgüsü vardır. Daha ince

Poliüretan kaplamalı kumaş yapım süreci ve değişik poromerik yapıların türleri. Poromerikler soldan sağa, Porvair, Corfam, Clarino Xylee ve Tanera'dır ve tümünün üst yüzeyinde bir poliüretan tabakası vardır. (altta)





olan ikinci tabaka, bunun üstüne dökülür. Poliüretan «kurudukça» ya da oluştukça, geride kalan çözelti alınır; tuz da suyla yıkanarak giderilir. Tuzu giderme amacıyla, tabaka biçimindeki madde, belirli sıcaklıklardaki bir dizi su tankından geçirilir. Söz konusu madde, daha sonra kurutulur ve Corfam'dakine benzer yollarla kaplanıp cilalanarak son biçimi verilir.

Bir Japon poromeriği olan Clarino ve Batı Almanya'da üretilen Xylee, yapı bakımından, Porvair ve Tanera'nın arasında yeralır. Yani ikisi de, üstüne poliüretan köpüğün döküldüğü polimer emdirilmiş bir keçe *altlık*tan oluşur. Xylee üretimi sırasında, köpüğün dikkatlice pıhtılaştırılması, su buharına geçirgenlik sağlayan, düşük yoğunluklu ağsı yapının gerçekleşmesine yolaçar.

Bütün bu maddelerde, nem soğurma özelliğinin yanı sıra, ayakkabı üretiminde büyük önem taşıyan nem dağıtma özelliği de vardır. Başka alanlarda genellikle poromerik madde kullanılmaz, daha ucuz olan kaplanmış kumaşlar, yeterli sonuç verir.

Kaplanmış kumaşlar: Kaplanmış dokumalar iki ana türe ayrılabilir: Dokunmuş ya da dokunmamış kumaşın üstüne, doğrudan polimer kaplanmasıyla elde edilenler: polimer tabakanın ayrıca dökülüp sonradan kumaşa bağlandığı türler (bazı durumlarda polimer tabaka, bir altlığın üstüne geçirilmiş ince bir köpük katıyla birleştirilir).

İlk gruptaki maddeler daha yalındır ve genellikle kumaşın bir kaplayıcı merdanenin altından geçirilmesiyle üretilir. Vinil *plastisol* (PVC'nin bir çözücüdeki çözeltisi) çözelti, dibi kumaşla kapatılmış bir oluğa boşaltılarak kaplanır. Kumaş, oluğun önündeki bir metal şeridin altından geçirilerek, çözelti eşit biçimde yayılır. Bu ürün, daha sonra bir fırına verilerek, çözücünün uçması ve vinilin kuruması sağlanır. İstenen desenler, sıcak bir metal levha ya da ısıtılmış bir gravür merdanesi kullanılarak gerçekleştirilir. Son cila da, püskürtme ya da merdanelemeyle uygulanır.

Kumaş altlıklar, genellikle pamuklu dokumalardan yapılır. Ancak, bazı uygulamalarda delikli ve dokunmamış keçeler de kullanılmaktadır. Ayrıca, rayon, naylon ve polyester gibi sentetik liflerden de yararlanılır.

Bu maddeler nem soğurabilir, ancak bunu dağıtamazlar. Bu yüzden, nem dağıtma özelliğinin aranmadığı çanta ve bavul yapımı gibi alanlarda, kullanıma daha uygundurlar.

Birkaç yıl önce, görünüşü vinil kaplı kumaşlardan daha çok gerçek deriye benzeyen yapay deri üretimi için yapılan çalışmalar sonucu, üretan kaplı kumaşlar, ortaya çıkmıştır.

Altlığın (genellikle saten) yüzeyi, kısa iğnelerle kaplı döner bir silindirin altından geçirilerek *(tarama)* kabartılır. Böylece oluşturulan hav, kaplamadan önce, eş uzunluğa getirilmek için kırpılır. Poliüretan tabaka, özel bir kağıdın (yapışmayı önlemek için silikonlu bileşiklere batırılmış bir kağıt) üstüne dökülür ve sıcak bir yapıştırıcı üretan çözeltisiyle kaplanır. Tabaka ve dokuma, daha sonra yapıştırıcı ile yığın birbirine dokunacak biçimde yan yana getirilir ve bu ikisi bir çift yaylı merdane arasından geçirilir. Yapıştırıcının çözeltisi bir fırında uçurulur ve sentetik deri, soğutulduktan sonra cilalanır.

Üretan tabaka, yalnızca 0,1 mm kalınlığındadır. Oysa, doğrudan PVC kaplamasının kalınlığı 0,5 mm'yi aşar. Üretan tabaka ayrıca, tabandan, hareketli sayılabilen bir havla ayrılmaktadır. Büküldüğünde, doğrudan vinil kaplı maddelerden daha çok deriye benzer. Bu yüzden, kadın ayakkabıları ve döşemecilik için, hem görsel çekicilik, hem de deriye göre ucuzluk açı-

Porvair yapımında kullanılan ve maddeyi renkli ya da renksiz cilayla kaplamaya yarayan bir ters merdane kaplayıcısı. (üstte solda)

Hareketli bir elek üstüne Porvair kaplanması. (üstte sağda)

Yüzeye deri benzeri görünümü veren bir kabartma makinasından geçen bir Porvair topu. Madde, biri düz öteki üstüne desen kazınmış, iki merdane arasında sıkıştırılır. Domuz ya da timsah derisi gibi her türlü derinin benzeri üretilebilir. (solda)

sından elverişlidir. Yeterince dayanıklı olmadığından, erkek ayakkabıcılığında pek kullanılmaz. Bu alan için, daha güçlü keçe altlıkların kullanıldığı, hav yerine poliüretan ya da vinil köpük yerleştirilerek yüzey hareketliliği artırılmış maddeler üretilmektedir. Ancak bunlar, şimdilik yaygınlık kazanmamıştır ve daha çok deneysel amaçlarla üretilmektedir. Günümüzde, çeşitli sentetik deriler bulunmaktadır. Ayrıca, bazı özel gereksinimleri karşılamak için yeni maddeler de geliştirilmektedir.

DERİ ÜRETİMİ

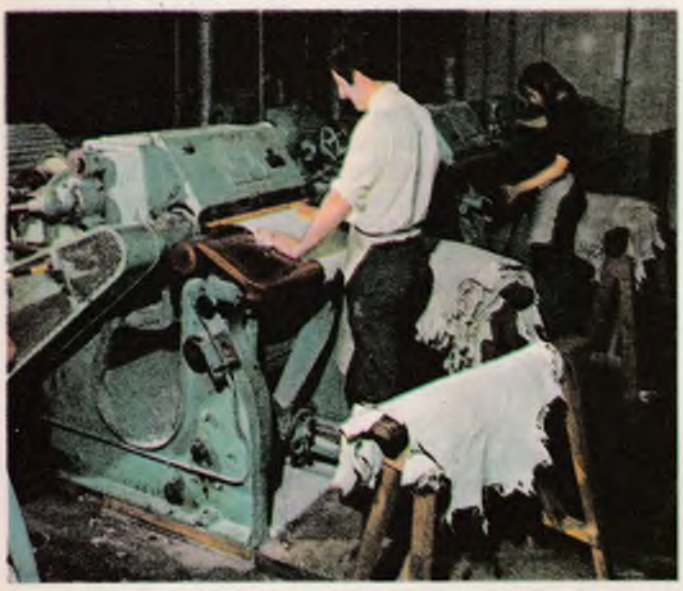
Hayvan postundan deri yapımı, insanoğlunun en eski başarılarından biridir ve kökeni konusundaki bilgiler tarihte yitip gitmiştir.

Hayvan derisi sert, protein lif yumakları içerir. Hayvan yaşarken bu lifler, nem ve bakteri taşır. Derinin bozulmasını önlemek için bakteriler, tuzlama ya da kurutma işlemiyle öldürülmelidir. Daha sonra lifler, çürümeyi önlemek için kimyasal işlemlerden geçirilir. Bu işleme *tabaklama* (sepileme de denir) adı verilir. Tarihöncesi insanları, kendilerine güç kazandırması gibi büyüsel nedenlerle hayvan postuna sarınırlardı. Bu insanların, hayvandan çıkardıkları yağı deriye sürerek, derinin daha uzun dayanmasını ve daha rahat giyilmesini sağladıkları sanılmaktadır. Derileri çeşitli tür boyalarla boyamaya çalışırken, bazı maddelerin deri üstünde koruyucu bir etki yaptıklarını bulmuş olmaları da düşünülebilir. Tarihöncesi devirlerde deriler çok değerli bir ticaret eşyasıydı.

Derilerin bozulmasını önlemek için yüzyıllar boyunca, çeşitli yöntemler geliştirildi. Bu amaçla postlar dumana tutulmuş, tuzlanmış, üre ile işleme sokulmuş, hayvan gübresi doldurulan çukurlara batırılmış, dövülmüş ve sivri uçlu çubuklarla kazınmıştır. Doğal nemi almak için de, derilere pudra, un ve başka maddeler katılmıştır. Tarihöncesi insanları (ve son zamanlarda Eskimolar), hem kılları ve et parçalarını temizlemek, hem de yumuşatmak için deriyi çiğnerlerdi. Çiğneme eylemi, üstünde bakterilerin beslenebileceği et parçalarını temizlemesi açısından, derinin korunmasında yarar sağlayabilir. Postların işlenmesi, XIX. yüzyılda makinaların kullanılmaya başlamasına kadar zor bir işti. Tabakhaneler, yaptıkları işin değerine karşın, çıkardıkları hoş olmayan kokular ve bazı süreçlerin doğurabileceği hastalıklar nedeniyle, çoğu kez kent dışına itilmişlerdir.

Postu işleyen ama suya dirençli duruma getirmeyen işleme, *ön tabaklama* adı verilir. Gerçek tabakla-

Kenya'da dericilik önemli bir endüstri dalıdır. Resimde görülen işlem, derinin yapımındaki ilk adımdır. Postun altından gevşek derinin kazınmasını içeren bu işleme 'deriyi yüzmek' adı verilir. Bundan sonraki adım, birkaç hafta için derinin ıslatılmasıdır. (sağda üstte)
Etyopya'da, derinin bir çerçeve üstünde gerilmesi. (sağda altta)



ma işleminde kimyasal maddeler, derinin atom yapısının içine sızar ve bu yapıyı sıkı, dayanıklı ve suya dirençli duruma getirir. Tabaklamanın, bir hayvan postu, *tanen* içeren yaprak, ağaç kabukları, meşe palamutları ve benzer yeşilliklerden oluşan bir su birikintisine bırakıldığında bulunduğu düşünülebilir. Çam ve mimoza kabuklarında, kestane ağacı ve kebraşo (bir Güney Amerika ağacı) kerestesinde, Avrupa'da ve Türkiye'de bulunan meşe palamutunun bardak biçimindeki ucunda, Hindistan'da yetişen bir ağacın erik benzeri olgunlaşmamış meyvelerinde ve birçok bitkinin belirli bölümlerinde tanen bulunur.

Binlerce yıl insanlar, alüminyum tuzları kullanarak, *mineral tabaklama* yoluna da gitmişlerdir. XIX. yüzyılda metal kromun tuzlarını kullanan, *kromlu tabaklama* bulundu. Bu süreç haftalarca değil, yalnızca birkaç gün sürüyordu ve bir ölçüde sugeçirmez olan, katı, mavi renkli bir deri üretiliyordu. Daha sonra kromla tabaklanan derinin, sabun ve yağlarla işlemden geçirilerek yumuşatılabileceği anlaşıldı. Günümüzde ayakkabıların yüzü (saya) bütünüyle kromla ya da *yarı kromla* tabaklanmış (bir bölümü bitkisel, bir bölümü kromla tabaklanmış) deriden yapılmaktadır. Son zamanlarda teknik ve kimyasal bilginin çok geniş bir bölümü, yüksek verimli deri üretimine ayrılmıştır: son gelişmelerden biri, beyaz deri üretmede alüminyum tuzlarının kullanılması, öteki de, çok hızlı olan kurutma işlemlerinde çözücülerden yararlanılmasıdır.

Fabrikada işleme: Kesim yapılan yerlerde postlar, yüzüldükten sonra, dondurulur, tuzlanır ya da salamura dolu varillere doldurulur ve üretim yerine gönderilir. Üstün nitelikli olanlar dışında, bazıları kısmen kurutulur (kurutma, niteliği düşürür ve sürecin sonraki aşamalarında sorunlar yaratır). Ham deriler tabakhaneye vardığında, işe yaramayan köşe parçaları ve öteki bölümler kesilerek düzeltilir; daha sonra da büyüklük, ağırlık ve kalınlığa göre ayrılır.

Bunun ardından ham deriler, bakteri öldürücülerin ve deterjanların katıldığı döner fıçıların içindeki suya batırılır. Bu işlem, derileri yumuşatarak sonraki aşamalara hazırlar. Ayrıca, bakterilerin çoğalmasını sağlayabilecek proteinli besinleri de temizler. Bakterilerin çoğalması deriye büyük zarar vereceğinden, bu işleme özen gösterilmesi gerekir.

Ham deri üstündeki kıllar değerli ise, postlar, kimyasal bir püskürtücüyle ya da postun altına uygulanan sodyum sülfür macunuyla *kıldan temizlenir*. Sodyum sülfür, kılın köklerine kadar uzanıp kökleri gevşetir.

Derinin «iskefe»den (yarım daire biçimli sivri alet) geçirilmesi eski bir yöntemdir. Bu işlem, protein liflerini esnetip, tabaklama işine hız verir. (solda üstte) Bu makina, deriyi 'traş ederek', eş kalınlığa gelmesini sağlar. (solda ortada)
Deri, tabaklamadan sonra, kuruması için cam levhalar üstüne yapıştırılır; buna, yapıştırarak kurutma yöntemi adı verilir. Bu levha daha sonra bir kurutma tünelinin içinden geçer. Bazen, kızılötesi lambalar kullanılır. (solda altta)

Kıllar herhangi bir değer taşımıyorsa, deriler *kireçlenir* (baz kireç çözeltisine batırılır). Bu işlem, ya döner tahta teknelerde ya da karıştırıcılı fıçılarda yürütülür. Böylece hem kıllar çıkar, hem üstderi yok edilir, hem de lif yumakları gevşer. Kıl ve üstderinin yok edilmesine yardımcı olarak sodyum sülfür katılır. Daha sonra, bir *kavaleta* makinasında kıllar kazınır.

Bundan sonraki işlemler, derinin tipine ve izlenecek sürece bağlıdır. Deriler yıkanıp, bir asit çözeltisine batırılarak kireç *giderilir*. Bunu, derilerin enzimlerle işleme sokularak liflerin yumuşatılıp temizlendiği süreç izler (bu sonuncu işlem kösele gibi sert tiplerde kullanılmayabilir). Bundan sonra deriler (özellikle de kromla tabaklanacaklar), sülfürik asit ve tuz çözeltisinde salamuraya yatırılır. Çağdaş tabakhanelerde bu süreçler, bir tek birim işlemde yürütülür.

Tabaklama: Günümüzde kullanılan üç ana tabaklama türü vardır: *Bitkisel; mineral* (çoğunlukla kromlu); özellikle güderi yapımı için *yağlı* tabaklama.

Bitkisel tabaklama en uzun süren işlemdir. Ham deriler haftalar boyunca tanen çözeltisi içinde bırakılır ve yavaş yavaş, daha keskin çözeltili fıçılara taşınır. Kösele ya da sanayi kayışı gibi kalın derilerin işlenmesi çok uzun sürer. Ciltlemede ya da lüks eşya yapımında kullanılan vidala gibi hafif derilerse, bütünüyle kireçten arındırılır ve bazen, tabaklamadan önce salamuraya yatırılır. İnce deriler, on iki saat gibi kısa bir sürede tabaklanırlar.

Mineral tabaklama daha az zaman alır ve çok dayanıklı bir ürün verir. Ancak, işlem sırasında deriler belirli bir renk aldığından, bu rengin gizlenmesi için yeni işlemleri gerektirir. Tek banyolu ve çift banyolu yöntemler vardır. Bazen deriler, içlerinde karıştırıcı kanatlar bulunan kazanlara atılır. Günümüzde çözeltilerin sıcaklığı ve bileşenleri, modern araçlarla dikkatle gözlenmektedir.

Yağlı tabaklama, doğal nemi almak için balık yağı kullanılan eski yöntemlerin bir devamıdır. Deri önce kısmen ve dikkatle kurutulur, daha sonra da üstüne yağın serpildiği bir makinada dövülür. Bu işlem bütün nem alınıncaya kadar sürdürülür ve kalan yağ ısıtılarak bozundurulur.

Tabaklamadan sonra postlar yıkanır ve gerilir. Eş kalınlıkta olmalarını sağlamak için, traş makinalarında *traşlanır*. Eldiven ya da döşeme derilerinde, yumuşaklık sağlama amacıyla, yeniden tabaklama işlemi uygulanır ve gerekiyorsa, *boyama* ve *yağlama* işlemlerinden geçirilir. Saydam cilalar uygulanacaksa, boyamanın bu aşamada yapılması zorunludur. Sözgelimi döşemecilikte, anilin boyası kullanılır. Yağlamada deriler, lif yumaklarının sürekli kurutma sonucu birleşme derecesini azaltma amacıyla, doğal yağlarla ya da greslerle işleme sokulurlar.

Kurutma: Kalın deriler yavaş yavaş kurutulur; ama kromla işlenmiş deriler, çok sert oldukları için, birkaç saatte kurutulabilir. Bazen deri, kancalara takılarak bir ılık hava akımından geçirilir; derinin üst yanı yağla kaplanarak, nemin alttan dışarı atılması sağlanır. Günümüzde birçok deri hareketli, «tünel» tipi taşıyıcılarda kurutulmaktadır. Derinin çekmesini önlemenin bir yolu, kurutma bölümünden geçirilmeden önce, derinin bir çerçeve üstüne tutturularak gerilmesidir.

Bu durumda deri serttir. Üstüne fırçayla bir su ve sabun çözeltisi sürülerek ya da püskürtülerek bırakılır ya da istenen nem oranına gelmesini sağlayacak biçimde *ıslatılır*. Endüstri kullanımı için bazı deriler, gresle doyurularak, sugeçirmez hale getirilir.

Birçok deri, tıpkı eski yönteme benzeyen yumuşatma işleminden geçirilir. Burada yarım daire biçimli, yassı ve hafifçe bilenmiş *iskefe* kullanılır. Ancak günümüzde, lifleri gevşetmek için daha çok makinalardan yararlanılmaktadır. Bundan sonra sıra, son kurutmaya gelir. Son kurutmada, vakumlu kurutmadan yararlanılır.

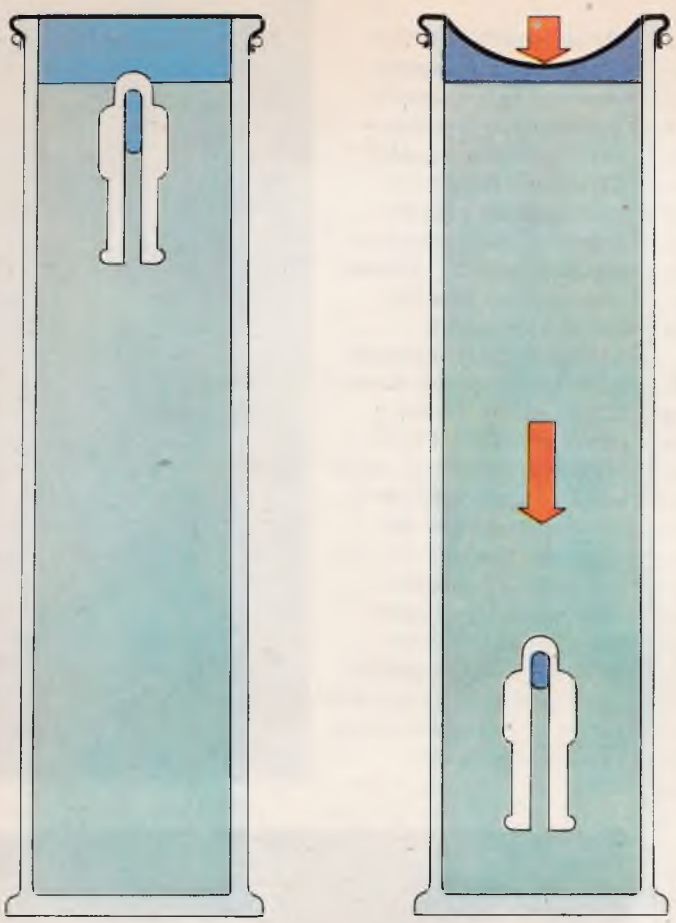
Son işlemler: Deri, zımpara kağıdıyla kaplı döner çelik silindirlerden geçirilerek cilalanır. Süetler için, derinin et tarafında, yüksek hızlı zımpara taşlarıyla ince bir hav oluşturulur. Kösele olarak kullanılacak deri, istenen sertliği vermek için, ağır makinalarla preslenir. Derinin üst yanına, ısıtılmış kabartma levhalarla basınç altında desenler verilir. Deri kendi üstünde dönen silindirler arasından geçirilerek, ağaç ve kutu desenleri çizilir. Isıtılmış cam ya da çelik silindirlerle de perdah çekilir. Deriler fırçayla boyanır. Reçineli astarlar, renkli ya da renksiz cilalar da, genellikle püskürtülerek deri üstüne uygulanır. Bu işlemler tamamlandıktan sonra, deriler fabrikalara gönderilerek çeşitli tüketim maddeleri haline getirilir.

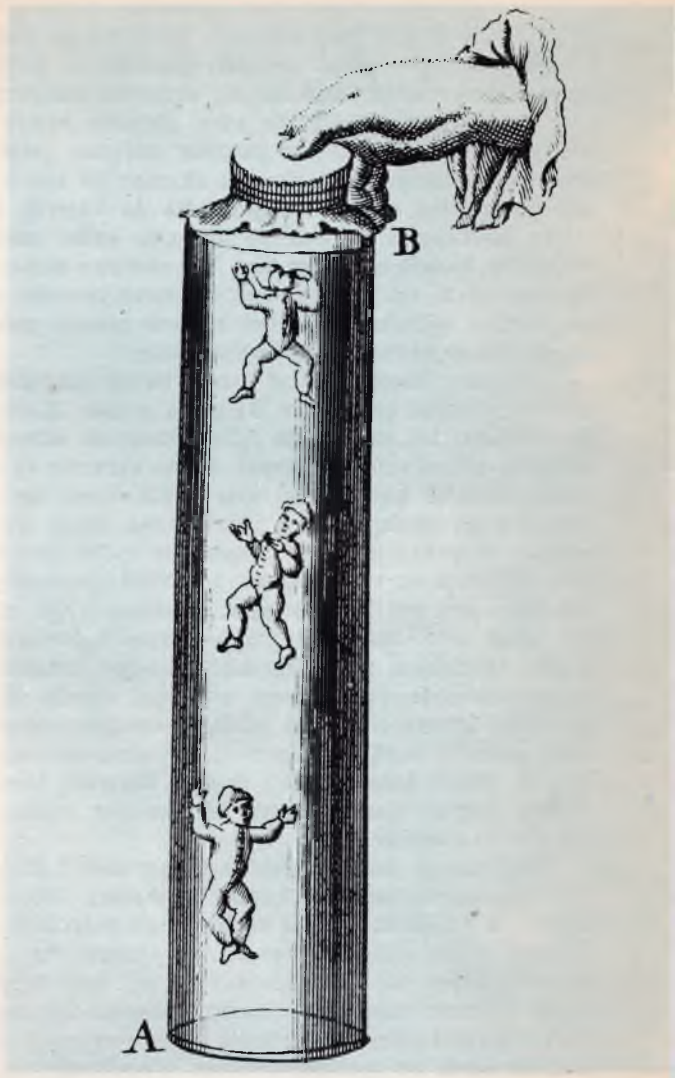
DESCARTES DALGICI

Descartes dalgıcı, René Descartes'ın (1596-1650) bulduğu bir oyuncaktır. Su dolu bir kabın içindeki oyuncak dalgıç, su basıncı değiştiği zaman yükselir ya da dibe iner.

Oyuncak, ünlü ARKHİMEDES ilkesine göre çalışır. Buna göre, sıvı içindeki bir cisme, taşırdığı sıvının ağırlığına eşit bir kaldırma kuvveti etki eder. Dalgıcın taşırdığı suyun ağırlığı, kendi ağırlığından azsa, dalgıç dibe çöker. Taşan su dalgıçtan daha ağırsa, dalgıç yükselir.

Uygulamada dalgıç, ağırlığından daha az ya da daha çok su taşırmasını sağlayacak biçimde yapılmıştır. Dalgıcın yapıldığı madde, sudan biraz daha ağırdır. İçine aşağıdan yukarı doğru bir delik delinir. Bu delikte bir hava kabarcığı bırakılır. Hava kabarcığı ile dalgıcın toplam hacmi, dalgıcın ağırlığından biraz daha fazla su taşıracak biçimde ayarlanmıştır. Bu yüzden dalgıç, kabın üstüne kadar yükselir. Su, cam bir kap içindeyse, kabın üstüne kapatılan lastik bir tapa gibi yalın bir pompayla suyun üstündeki hava basıncı artırılır. Bunun sonucunda suyun basıncı da artar ve dalgıcın içindeki hava kabarcığı küçülerek, dalgıcın hacmini azaltır. Böylece, eskisine göre daha az su taşıran dalgıç, dibe iner. Suyun üstündeki basınç kaldırılırsa, hava kabarcığı yeniden genişler ve dalgıç yükselir.





Hava kabarcığıyla su yüzüne çıkan Descartes dalgıcı. Kaptaki hava basıncı artırılırsa, kabarcık küçülür ve dalgıç dibe iner. (üstte solda)
Camdan yapılmış, içleri boş Descartes dalgıçlarını gösteren 1753 yılından kalma bir resim.(üstte sağda)

DEŞARJ TÜPÜ

Yüz yılı aşkın bir süre önce FARADAY, CROOKES ve Thomson gibi araştırıcılar, bir akım kaynağına bağlanmış elektrotlar içeren kapalı cam tüpleri incelediler. Tüplerin içinde atmosfer basıncında hava bulunduğunda, elektrotlar arasındaki aralıktan, gazı iyonlaştırmaya yetebilecek değerdeki eşik gerilimine ulaşmadan hiç akım geçmez; ancak bundan sonra bir ark ya da kıvılcımla aşılabilir (Bk. İLETİM, ELEKTRİKSEL). Ne var ki, tüp içindeki gazın basıncı azaltıldığında, ilgi çekici olaylar gözlenir. Bu olayların ortaya çıkmasıyla ilgili pek çok değişken vardır. Tüpün biçimi, elektrotlar arasındaki uzaklık, gazın çeşidi ve basıncı bunların başlıcalarıdır. İlk araştırmalardan, tümü de geniş anlamda deşarj tüpü olan çok sayıda çağdaş aygıt ortaya çıkmıştır. Bu aygıtlar arasında flüoresan lambalar, SOKAK AYDINLATMA lambaları, KATOT IŞINI TÜPLERİ (TV, osiloskop, radar ekranları dahil), termoiyonik radyo VALF'ları ve yüksek yeğinliklerdeki flaş ışıkları sayılabilir.

Gazların çoğu yalıtkandır. Bir ortamdan herhangi bir akımın geçebilmesi için, serbest elektronların bulunması gerekir. Her zaman var olan kozmik ve radyoaktif ışınım nedeniyle, genellikle bir miktar serbest elektron bulunur, ama bunların taşıyabildiği akım, nerdeyse ölçülemeyecek kadar düşük değerdedir. Uygulanan gerilim artırıldığında, serbest elektronlar, gazın öteki atomlarıyla çarpışıp onları da iyonlaştırarak, yeni taşıyıcılar üretecek kadar hızlandırırlar. Bunun sonucu olarak gerilim düşer ve akım hızla yükselir. Devrede çok küçük bir dış direnç varsa, elektrotlar arasında, bütünüyle iyonlaşmış bir çizgi boyunca, düşük bir gerilimle çok büyük bir akım taşınabilir. Ama deşarj tüplerinde, genellikle bu olayın oluşmasına izin verilmez.

Çalışması: Laboratuvar gösterileri için yapılmış yalın bir deşarj tüpünde, elektrotlar tüpün uçlarına yakın bölgelere takılmış ve deşarj tüpü bir vakum pompasına bağlanmıştır. Elektrotlar arasındaki gerilim 10 000 voltluk bir gerilim indükleyebilen, bir İN-

DÜKSİYON BOBİNİ'yle sağlanır. Hava ya da başka bir gazdan geçen akım, atmosfer basıncında, mikroamper düzeyindedir. Ama basınç, atmosfer basıncının 1/15'ine kadar indirildiğinde, akım geçmeye başlar ve elektrotlar arasındaki gaz görünür duruma gelerek, düzensiz ve dengesiz iyonlaşmış akımlar ile elektrotları birbirlerine bağlar. Basınç daha da düşerse, ışımalar kuvvetlenir, birleşir ve düzensiz yollar izleyecek yerde, kararlı bir biçim alır. Işık akımları elektrotlar arasındaki aralığı doldurur. Bunların renkleri gazın türüne bağlıdır (sözgelimi havada pembe, azotta kırmızımsı ve neonda parlak kırmızı olur).

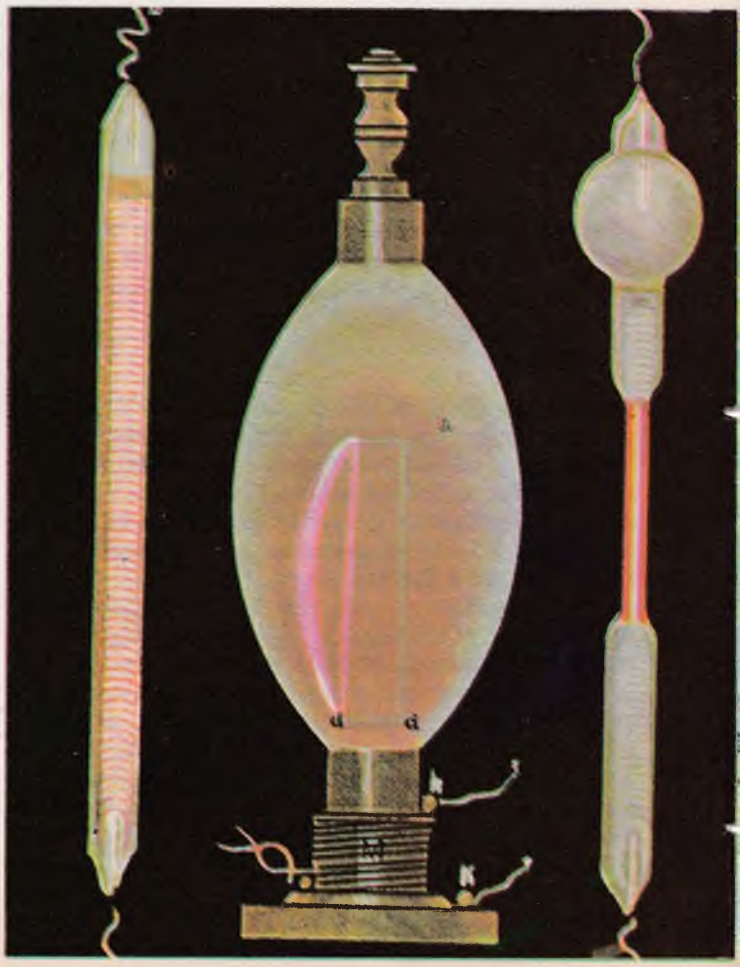
Atmosfer basıncının on binde birine inildiğinde, her iki elektrot çevresinde de ışıma oluşur. Katotun çevresindeki bu eksi yüklü ışıma, katottan «Crookes karanlık bölgesi»yle ayrılmıştır. Enine karanlık ve aydınlık bantlar biçimindeki artı yüklü ışıma ise tüpün çoğunu doldurur. Artı yüklü ışıma, katot ışımasından «Faraday karanlık bölgesi»yle ayrılmıştır. Basınç düştükçe bu bölge büyür; 1/100 000 atmosfer basıncında, artı yüklü ışıma, anot tarafında yiter; çünkü, artık iyonlaşabilecek gaz nerdeyse kalmamıştır. Katot, ışıldamayı sürdürür. *Katot ışınları* bombardımanı nedeniyle, tüpün karşı ucundaki camda başka bir ışıma ortaya çıkar. Bu ışınların enerjileri uygulanan gerilime bağlıdır. Radar ve TV ekranlarında bu ışınlar, tüpün katota bakan ucunda bulunan *fosforla* (ışıma özelliği olan kimyasal bir madde) kaplanmış bir ekrana düşerler.

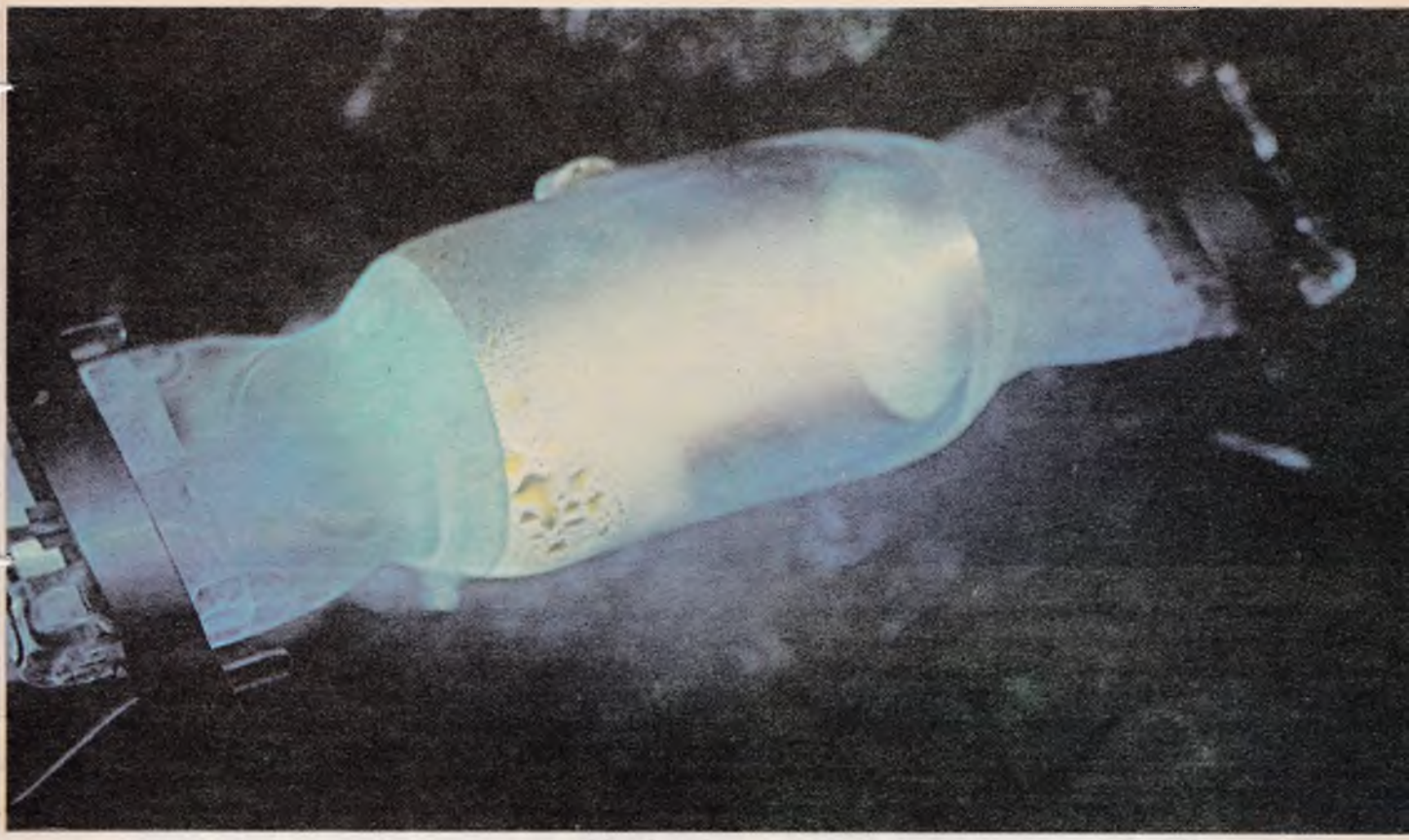
1940'lardan önce en çok raslanan deşarj tüpleri, termoiyonik valflardı (vakumlu lambalar). Bunların içleri çok düşük basınçlara kadar boşaltılmıştır ve genellikle ikiden (anot ve katot) çok elektrot içerirler. Triyotta araya bir de ızgara konmuştur. Bazı lambalarda elektrot sayısı 12'ye kadar yükselir. Lambanın görevi normal olarak bir elektrik ya da elektronik devresinde akım geçişini denetlemek, yükseltmek ya da değiştirmektir. Bu tür lambaların çoğu elektronik devrelerde küçük akımları denetlemek için kullanılmaktaydı. Tiratronlar ve ignitronlarsa sayıları giderek azalmakla birlikte, yüksek akım mühendisliğinde hâlâ kullanılmaktadır. Elektronikte gazlı ya da vakumlu lambalar, yerlerini büyük ölçüde TRANSİSTÖR'lere ve YARİİLETKEN temeline dayanan başka aygıtlara bırakmıştır.

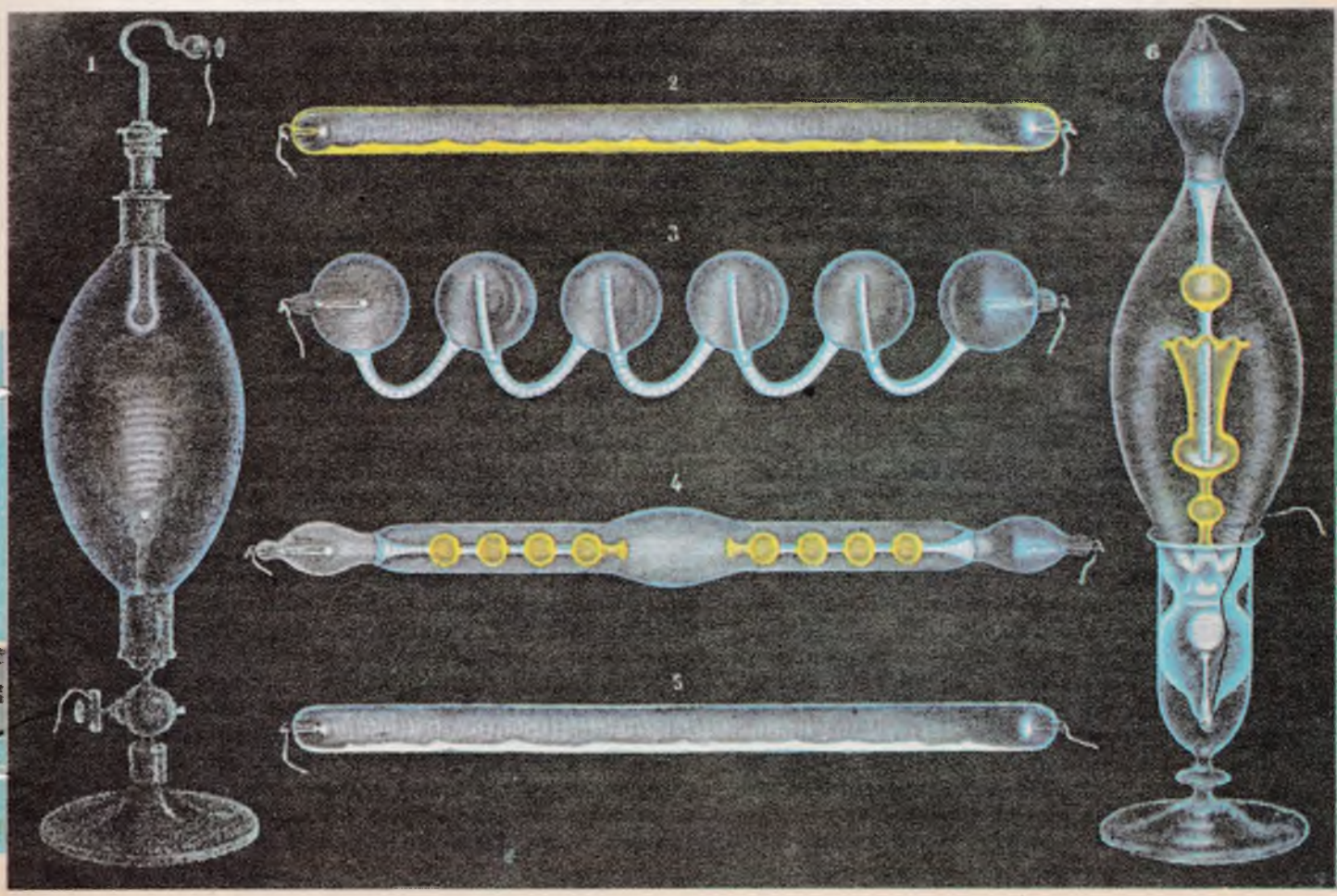
Flüoresan lambalar: Günümüzde en önemli deşarj tüpü, flüoresan lambalardır. Işıklandırma için en çok kullanılan tür, düşük basınçlarda cıva buharıyla doldurulmuş ince cam tüplerdir. Bunlara, ilk çalışmaya yardımcı olmak için argon da eklenir. Normal sıcaklıkta cıva sıvı haldedir; bu nedenle, deşarj argonla başlar ve tüp ısınır; böylece cıva da ısınıp buharlaşır.

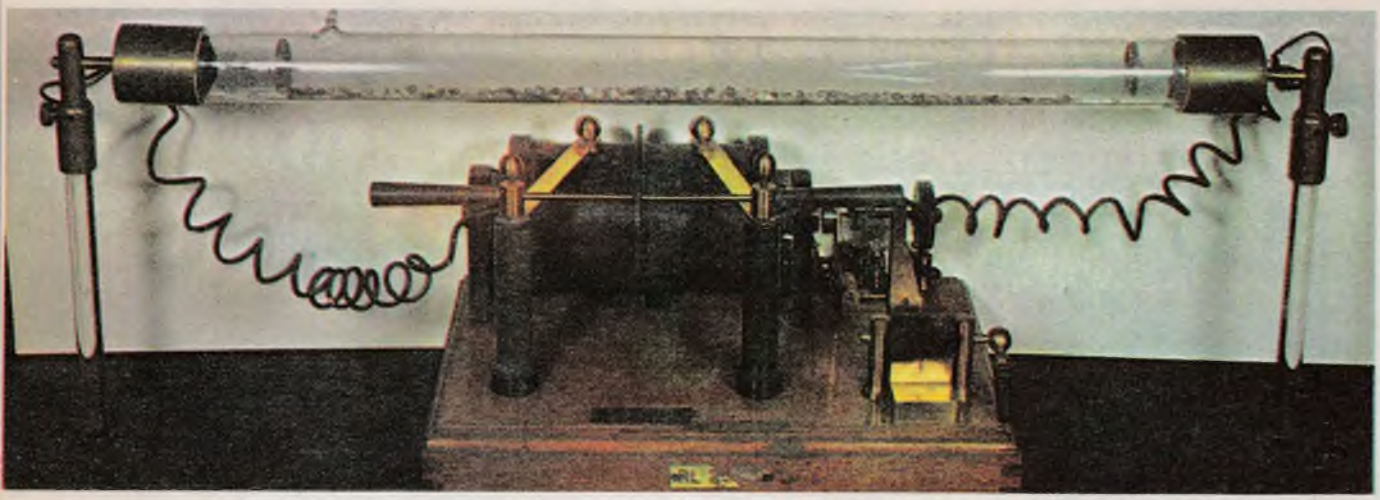
Her iki uçta, ısıtıldığında, hemen elektron üreten bir maddeyle kaplanmış filaman tipi elektrotlar bulunur. Akım (genellikle ALTERNATİF AKIM) verildiğinde, filamanlar ısınır ve akımın yarı çevrimine göre ya anot ya da katot özelliği göstererek elektron üretirler. Argon deşarjını başlatmak için, elektrotlar arasında yüksek gerilime gerek vardır; bu iş için bir *starter* ve bir *şok bobini* ya da *balast* gerekir. Filamanlar

Metal iyodörlü lamba. Elektrotları bağlayan merkezi parıldamanın uzaklaştıkça azaldığı görülmektedir. (sağda) İlk deşarj tüplerine, bulucusunun adından ötürü, «Geissler tüpleri» adı verilmiştir. Alttaki örnekler bir deşarjın alabileceği çeşitli biçimleri göstermektedir. Soldaki tüp, düşük basınçta ortaya çıkan çizgileri göstermektedir. Çizgili bölümün üstündeki kara bölge, Faraday karanlık bölgesidir. Bunun da üstünde, mavi renkli eksi ışıma bölgesi yeralır. Eksi ışıma ile elektrot arasında ise Crookes karanlık bölgesi vardır. Altta sağda görüldüğü gibi çeşitli biçimlerde Geissler tüpleri üretilmiştir.






1
2
3
4
5
6



Radyoaktifliği bulan bilim adamının babası olan Alexandre Becquerel'in 1857'de yaptığı bir deşarj tüpü deneyi. A.Becquerel flüoresanslarını gözlemek için, deşarj tüpünün içine çeşitli maddeler koymuştu. Bu deneyde Villemit (Zn_2SiO_4) kullanılmıştır.

ısınınca, starter devreyi kendi kendine açar ve bir indüksiyon bobini olan şok bobininin yüksek gerilimli, kısa bir elektrik şoku oluşturmasına neden olur. Bu da önce argon deşarjını, kısa bir süre sonra da cıva deşarjını başlatır. Bu olay, elektrotlar arasında sürekli elektron akımının bir kez oluşmasından sonra, kendiliğinden sürüp gider.

İyonlaşmış buharın morötesi ışınımı güçlüdür. Tüpün iç yüzüne kaplanmış olan flüoresan maddenin üstüne düşen, görünmeyen ve zararlı morötesi ışınım, bu madde tarafından soğurularak, görünür ışık biçiminde yeniden salınır. Bu ışığa, flüoresan kaplamanın karışımı düzenlenerek, istenilen renk verilir. Kaplama çoğu zaman beyaz ya da «sıcak beyaz»dır.

Flüoresan lambalar, normal lambalara göre daha düşük sıcaklıklarda çalışır. Elektrik enerjisinin çoğu ışık vermede, daha azı da ısı vermede harcandığından, bu lambalar daha verimlidir. 80 watt'lık bir flüoresan lamba, 100 watt'lık filamanlı lambanın verdiği ışık kadar ışık verir.

Flüoresan lambanın çalışmaya başlaması için daha yüksek akıma gereksinim olduğundan ve filaman, ömrü sınırlı bir maddeyle kaplı bulunduğundan, bu tür lambaların sık sık açılıp kapatılması sakıncalıdır. Starter devresinde bir bozukluk yoksa, lambanın çalışmaz duruma gelmesine, filamanın üstündeki oksit kaplamanın bitmesi neden olabilir.

Sokak lambaları: Sokak lambalarının çoğu, şu ya da bu türden deşarj lambasıdır. En çok kullanılan, sarımsı turuncu bir ışık veren sodyum ve mavimsi yeşil bir ışık veren cıva lambalarıdır.

Sodyum buharlı lambalar, genellikle düşük basınçlı türdendir. Tüp içinde, atmosfer basıncının yüzde biri basınçta neon gazı bulunur. Lamba sönükken sodyum buhar halinde değildir; çünkü sodyum, 98°C'ın altında katıdır. Neon fazla ışık vermemekle birlikte, düşük sıcaklıklarda da deşarjı sürdürebilir. Bu da tüpü, dolayısıyle de sodyumu ısıtmaya yeterlidir. Sodyumun toplam ısınma süresi 8-15 dakika arasındadır.

Sodyum buharının ışığı, nerdeyse yalnızca tek dalgaboyu içerir (daha doğru bir deyişle, birbirine yakın iki dalgaboyundan oluşmuştur). Bu *monokromatik* (tek renkli) ışık, bir raslantı olarak gözün en duyarlı olduğu renktir; bu nedenle, verimli bir sokak aydınlatması için çok yararlı olmaktadır. Ancak, bu ışıkta renklerin görülmesi olanaksız olduğundan, kent merkezlerinde ve benzeri yerlerde yüksek basınçlı lambalar günden güne daha çok kullanılmaktadır. Yüksek basınçlı lambalar, büyük bir güç yüklemesiyle çalışır. Böylece sıcaklık ve basınç artırılarak, tayfın sarı bölümünün iki yanındaki renklerde de ışıma oluşturulur. Bu lambalardan elde edilen ışık, daha beyaz görünmektedir.

Sodyum buharının tepkimeye girme özelliği fazladır; adi soda, kireç camıyla hemen kimyasal tepkimeye girer. Bu nedenle, lamba camının iç çeperine, sıcak sodyuma dayanabilen düşük silisli bir astar sürülür.

Cıva buharlı lambalar, sodyum buharlı lambalara oranla daha yüksek, yaklaşık 1 atmosfer basınçta çalışır. Ancak bu basınç, çalışmanın başlaması için yeterli değildir. Cıva soğukken sıvı halde olduğundan, deşarjın başlamasına yardımcı olmak için argon kullanılır. Buna ek olarak, ana elektrodun yakınındaki bir yardımcı deşarj başlatma elektrodu, deşarjı sürdürür ve tüpü ısıtır. Verimli çalışmaya başlaması için gerekli ısınma süresi, 5 dakika kadardır. Elektrik çok kısa bir an kesilse bile lamba söner ve yeniden çalışmaya başlayabilmesi için, buhar basıncı uygun bir değere inene kadar soğuması gerekir.

Cıva lambası yeşilimsi mavi bir ışık verir; ışığının bileşiminde kırmızı yoktur. Bunu tamamlamak için, lambanın içine flüoresan bir kaplama yapılabilir. Flüoresan kaplama, istenmeyen morötesi ışınları soğurur ve kırmızı ışık olarak yeniden salar. Söz konusu lambalar, normal flüoresan lambalardan farklıdır; bunlarda basınç, flüoresanlardaki gibi düşük değildir.

Londra'da Piccadilly Meydanı ve ünlü ışıklı ilanlar. (üstte) Bunlara çoğunlukla «neon ışıkları» denir; ama gerçekte içlerindeki gaz, her zaman neon değildir. Neon, turuncu ile kırmızı arasında bir ışık verir. Işıklı ilanlarda görülen renklerin çoğu, flüoresan tüplerinin argon ya da cıvayla doldurulmasıyla elde edilir. Uygun renkte cam ile istenilen renk elde edilebilir. Burada elektrotlar, evde kullanılan tüpler gibi ısıtılmamıştır; o nedenle,deşarjı başlatmak için 2 000 V'luk bir gerilime gerek vardır.

Düşük basınçlı lambalarda, ışık üretimi flüoresansa dayanır; oysa yüksek basınçlılarda, flüoresan madde yalnızca renk düzeltmek için kullanılır.

Yüksek güçlü ve yüksek basınçlı cıvalı lambalarda renk ve verim, başka metallerin HALOJEN'li birleşiklerinin eklenmesi yoluyla da artırılabilir. Sodyum iyodür, cıva iyodür bileşikleri projektörlerde ve renkli televizyonlar için gerekli olan aydınlatma miktarını sağlamak amacıyla stadyum ışıklandırmalarında sürekli olarak kullanılmaktadır.

Başka türleri: Flüoresan madde kaplanmadan ve morötesi soğurmayan cam kullanılarak yapılan cıva buharlı lambalar, MORÖTESİ LAMBA'ların temelini oluşturur.

Başka bir tür deşarj tüpü de, büyük güçte, bir anlık ışık parlaması vermek için düzenlenmiştir. Bunlar uçaklarda sinyal lambası olarak, deniz fenerlerinde, FLAŞ'larda ve LASER'lerde kullanılabilir. Bu aygıtlarda genellikle ksenon gazı kullanılır. Yüksek deşarj gerilimi bir KONDANSATÖR'ün yüklenip boşaltılmasıyla elde edilir.

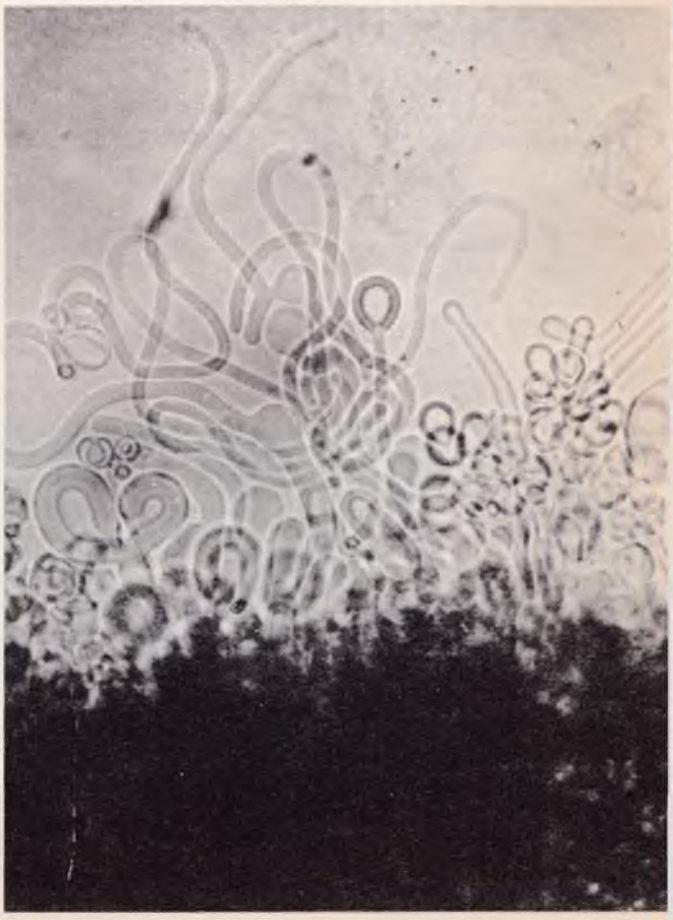
Otomobil farlarında ve projektörlerde kullanılan KUVARS HALOJEN lambaları, deşarj tüpü değildir. Bu lambalar, çok yüksek sıcaklıklarda iyot buharı içinde çalışan tungsten filamanlı lambalardır.

DETERJAN ÜRETİMİ

Çeşitli yerlerde temizlik aracı olarak kullanılan deterjan, uygulama alanlarına göre hazırlanmış değişik biçimler alır. Tabletler ve yonga biçiminde olabileceği gibi, toz ve sıvı halde de olabilir.

Sözgelimi deri temizliğinde, kiri yıkamak için yoğun bir köpük gereklidir. Dolayısıyla, bu amaçla hazırlanan ürün, hem bol köpük sağlamalı, hem de kullanılırken yumuşamamalıdır. Öte yandan deri üstünde olumsuz etkileri olmaması da önemlidir. Çamaşır yıka-

Yukarı çekme yönteminden başka bir yöntemle, katı yağın kumaştan ayrılmasını gösteren bir mikrograf.(altta Buna, mezomorfik faz oluşumu ya da miyelin borucuk oluşumu denir. İlk kez, suya batırılmış miyelin sinir dokusunda gözlendiği için bu adı almıştır. Yüzey etkin madde ile yağ arasındaki moleküllerarası çekim etkisi sonucu oluşan sıvı billurlarından, borucuklar ortaya çıkar. Bu olay, katı yağın nispeten hareketsiz olduğu, ama gene de kimyasal bağ oluşturduğu, orta sıcaklıklarda da gerçekleşir.



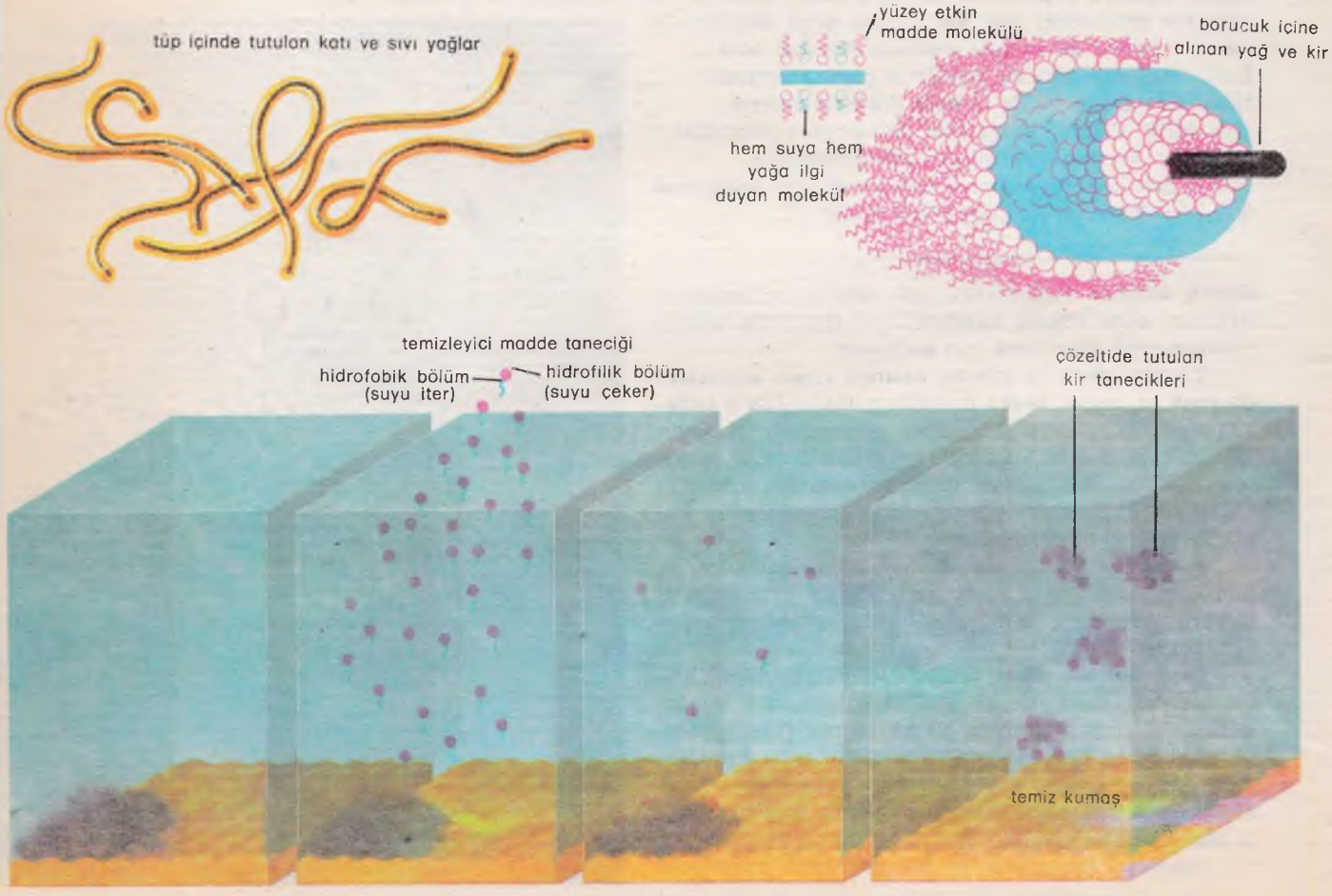
mada kullanılan temizleyici maddenin işlevleriyse, çok daha karmaşıktır. Bunun, doğal suda bulunan ve kirin ortadan kaldırılmasını güçleştiren, kalsiyum gibi maddeleri etkisiz hale getirmesi gerekir. Ayrıca, kiri hem en az mekanik kuvvetle giderecek güçte olmalı, hem de yeniden kumaş üstünde birikmemesi için asıltı halinde tutmalıdır. Çamaşırda kullanılan temizleyici maddelerin lekeleri çıkarması, ama kumaşı soldurmaması ve dokumaya herhangi bir zarar vermemesi de beklenir.

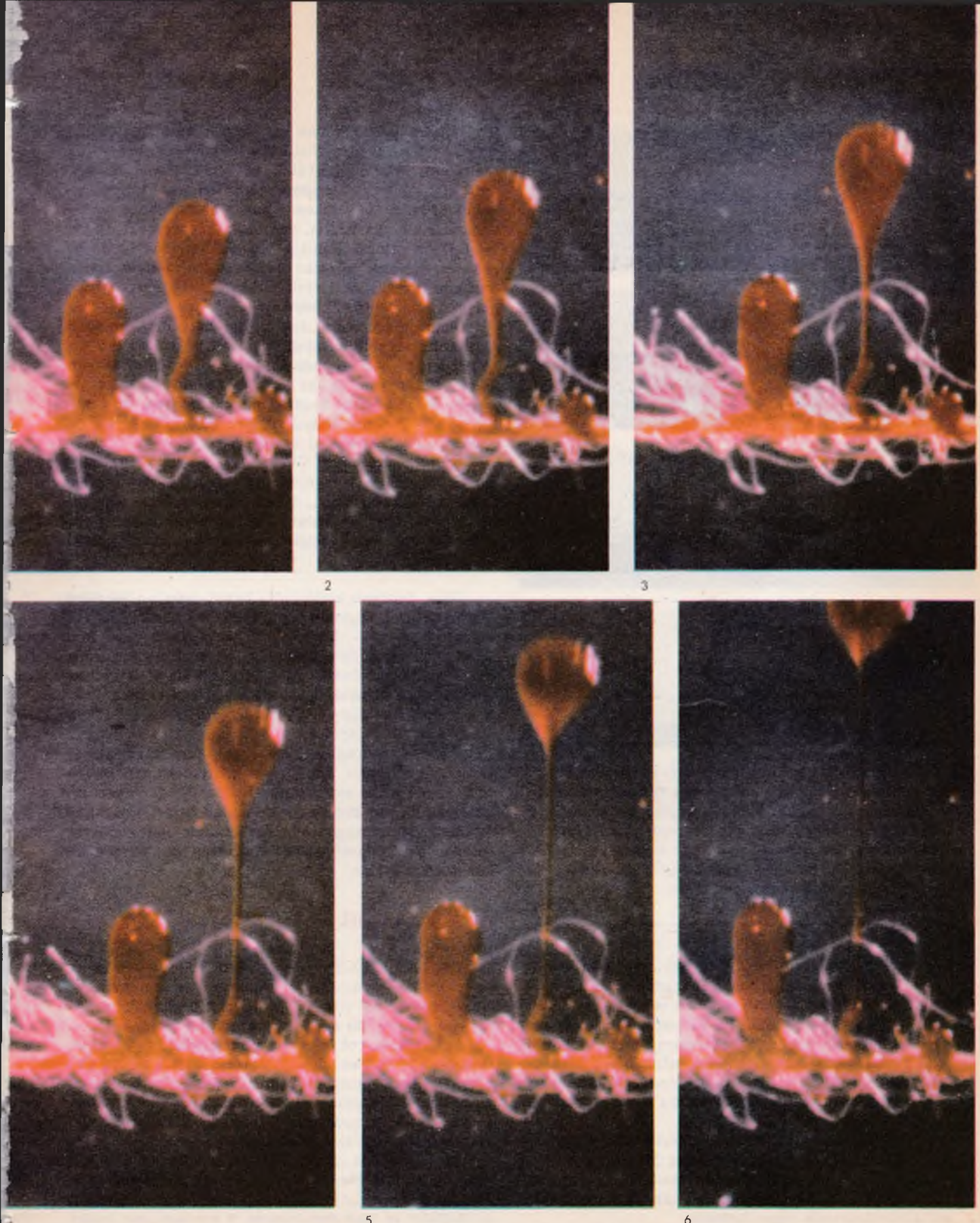
Temizleyici maddelerin biyolojik olarak (kullanıldıktan sonra bakterilerce) parçalanabilmesi de gerekir. Sabunda doğal olarak bulunan bu özelliğin, çevre kirlenmesine yolaçmama amacıyla, deterjanlara da kazandırılması zorunludur.

Bileşenleri ve etkisi: Temizleyici maddelerin yarattığı bütün etkiler, temelde su molekülleri arasındaki bağları zayıflatarak, suyun yüzey gerilimini değiştiren, *yüzey etkinlik* özelliğine dayanır. Yüzey etkin maddeler, suyun, yıkanacak maddeyi daha kolay ıslatmasını sağlar. Yüzey etkin maddenin molekülleri, gözle görülemeyecek kadar küçük olmalarına karşın, bir baş ve bir kuyruktan oluşurlar. Baş, su yüzeyinde konaklar, kuyruk ise dışarı doğru itilir. Böylece yüzey etkin maddenin molekülleri, yüzeyde yeralan su molekülleri arasındaki elektrostatik kuvvetleri kırarlar. İki tür yüzey etkin madde vardır: Yağlardan elde edilen sabun; günümüzde çoğunlukla alkilaril sülfonat gibi petrol yan ürünlerinden elde edilen deterjanlar. Deterjanlar başlangıçta sabun kadar iyi köpürmüyordu. Bu eksikliğin nedenini bulmak için yapılan çalışmalar, kir giderme sürecinin daha iyi anlaşılmasının yanı sıra, temizleyici maddelerin geliştirilmesine de katkıda bulundu. Sözgelimi, önden doldurulan çamaşır makinalarında, köpük istenmediği için, köpüksüz deterjanlar geliştirildi (bunların en yaygın olarak kullanılanı, alkil fenol polietilen ostittir). Öte yandan, genel amaçla ürünlere bol köpük yapma özelliği kazandırmak için bir *köpük artırıcı* eklenmesi gerekti. Köpük artırıcı maddenin molekül yapısı, yüzey etkin maddeninkine benzer.

Ürünlerin çoğu, her birinin kendine özgü bir görevi olan, bir düzineye yakın maddeden oluşmuştur. Ancak, deterjanı oluşturan bu maddelerin tümü temizleme işleminde yeralmaz. Sözgelimi, çamaşır tozlarına, çamaşır makinasının kazanını korumak için, bir korozyon önleyici madde eklenir. Yalnızca yüzey etkin maddeye dayanan ürünler, tablet ve yonga biçiminde olanlardır.

Temizleme maddesi etkisinin iki biçimi. İkisinde de yerinden çıkarılmış yağ ve kir, çözeltide tutulur ve yeniden kumaş üstünde birikmesi önlenir. Katı yağlar, genellikle bir borucuk mekanizmasıyla ortadan kaldırılır. Yağ lekesinin yüzeyinde oluşan sıvı billurlar, borucukları ortaya çıkarır.

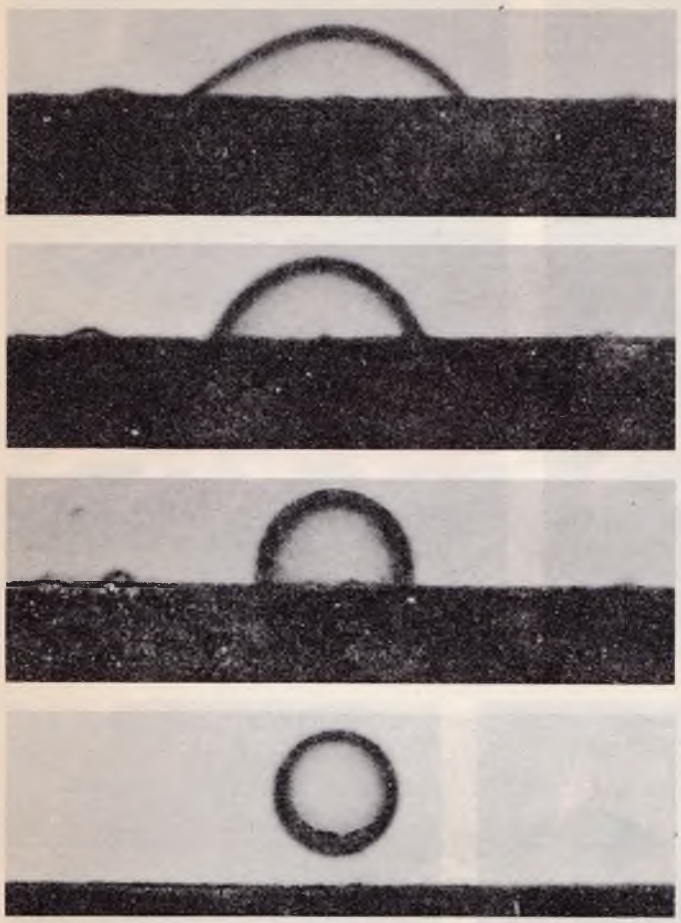




1 2 3

5 6

Yağ, bir kumaşın kenarından deterjan çözeltisine doğru yüzmektedir. Son derece etkili olmasına karşın, bu etkinin, yağın yapışkan bileşenlerini ortadan kaldıran kimyasal bir maddeyle ve çamaşır makinasının tambur hareketi gibi mekanik bir enerjiyle desteklenmesi gerekir.



Temizleyici madde çözeltisinin katı ya da sıvı yağ üstünde etkisini gösteren bir dizi resim. Deterjan, katı ya da sıvı yağın, kumaşla yaptığı temas açısının büyümesine neden olur. Böylece katı yağ lekesi yuvarlanıp, bir kürecik biçiminde kumaştan ayrılır. Bu tepkime, yağın daha hareketli olduğu yüksek sıcaklıklarda, daha kolay gerçekleşir.

Her ikisi de sabundan kaynaklanır. Yapımlarında kullanılan yağların seçimi ve işlenme biçimi, ürünün özelliklerini etkiler. Öteki ürünlerin çoğunda temizleme etkisini, yüzey etkin madde ve bunun kuvvetini artıran *yapıcı* adlı madde yaratır. Yapıcı olarak çoğunlukla sodyum tripolifosfat kullanılır. Hem sabunlarda, hem deterjanlarda yağlı kiri yüzey etkin madde, katı tanecikleri de yapıcı çözer; ama ikisinin bir ölçüde, ortak çalıştıkları da söylenebilir.

Dokumaların yıkanmasında kullanılan ürünlerde bu iki madde kabaca aynı orandadır. Mineral kirinin az olduğu bulaşıklarda, yüzey etkin maddenin oranı artırılır. Sert yüzeylerin temizliğinde ise, tam tersi, yani daha büyük oranda yapıcı bulunur.

Yağlı kir küçük, eksi yüklü tanecikler halinde, katı kir ise temizleyici maddede bulunan bileşiklerin etkisiyle oluşan eksi yüklü molekül kafeslerine girmiş tanecikler halinde, yıkanan eşyadan yıkama suyuna alınır. Yeniden, dokuma üstünde birikmelerine engel olmak için, ürüne çok yüklü ve *tortulaşmayı önleyici maddeler* eklenir. Lekelerin temizlenmesi, yüksek sıcaklıklarda ve baz yıkama suyunda iyi sonuç veren, kimyasal bir ağartıcıyla, yani sodyum perborat ile yapılır. Renk atması, kumaşa yapışan ve mavi beyaz bir ışık veren, *optik parlatıcı* ile düzeltilir. Ürüne ayrıca, kan gibi protein lekelerini, katalizör işlevi görerek parçalayan enzimler de eklenebilir.

Çamaşır tozlarına, temizleyici etkisini bozmadan, akışkanlık ve kolayca çözünme özelliği kazandıran düzeltici katılır. Sabun tozu için en uygun olanı, sodyum silikat ile sodyum sülfat karışımıdır. Sıvı ürünler çok yoğun ve genellikle birbirlerine karışmayan maddeler içerir. Bu nedenle, sodyum ksilen sülfonat gibi bir çözücü madde *(hidrotrop)* eklenmesi gerekir.

Üretim yöntemleri: Geleneksel sabunun üretimini ayrıntılarıyla ilgili bölümde işleyeceğiz. Sabun üretimi, temelde yağ karışımının, uygun oranda baz bir çözeltiyle birlikte, tepkime kabına verilerek sabunlaştırılmasına dayanır. Buna çeşitli kokular katılarak, istenen biçim verilir.

Oysa deterjan tozlarında, temel deterjan maddesi, köpük artırıcı (gerekliyse), yapıcı ve düzelticiden bir macun elde edilir. Bu karışım, bir kurutma kulesinin tepesinden içeri pompalanarak, püskürtmeyle kurutulur. Püskürtülen damlacıklar, bir sıcak hava akımı arasından aşağı düşerek, içi boş kürecikler haline gelirler. Toz toplanır ve taşıyıcı banttan geçirilerek, ısıya dayanıksız bileşenleri ölçülür.

Sıvı deterjanların üretimi yalındır. Karmaşık işlemler gerektirmez. Karıştırma yoluyla kararlı bir çözelti ya da asıltı elde edilir. Ürünler aşağı yukarı sıvı halde ya da son derece çözünür olan deterjandan kaynaklanır. Çözünme oranı ortam üstünde olan köpük artırıcılar da kullanılmalıdır. Hidrotrop da, bileşenlerin karışmasını sağlar.

DETONATÖR

PATLAYICILAR'ın çoğu kendiliğinden kolayca patlamaz. Bu nedenle, bir primer ya da ana patlayıcının ateşlenmesi için, bir *patlamayı başlatma* aygıtına gerek vardır. Bu aygıta *detonatör* adı verilir.

Patlamada, çok kısa bir süre içinde, büyük miktarda gaz ve yüksek ısı ortaya çıkar. Bunun tahrip gücünün yüksek olmasına karşın, tepkimenin oluşması, detonasyon işlemiyle karşılaştırıldığında oldukça yavaştır. Patlama sırasında, en uygun koşullarda bile, yanma hızı 300 m/saniyenin üstüne çıkmaz.

Detonasyonda, o ortamda ses hızıyla yayılan çok hızlı bir yanma biçiminde, bir kimyasal değişme oluşur. Bu değişmenin hızı, hiç bir zaman 2 km/saniyeden az değildir ve bazı durumlarda 9 km/saniyeye kadar çıkabilir. Değişmedeki bu yüksek hıza bağlı olarak maddenin moleküllerinde bir bozulma ve ayrılma görülür; daha sonra bunların yeniden birleşmesiyle bir-

takım gazlar oluşur. İşte, patlamayı oluşturan ya da başlatan, bu olay sırasında ortaya çıkan yüksek ısı ya da çok yüksek basınç şoku dalgalarıdır (bunlar çoğunlukla 70 000 bar'ın üstündedir). Bunun sonucu detonatörler, patlamanın temel nedenine bağlı olarak, *yakıcı* (ısı oluşturucu) ya da *yıkıcı* (şok dalgaları oluşturucu) diye iki sınıfa ayrılır.

Bir detonatöre, detonasyonun zamanını ya da mesafesini denetim altında tutma amacıyla fitil takılabilir. Bazı durumlarda, detonatör ile ana patlayıcı arasına, detonasyonun oluşturduğu şok dalgasını güçlendirmek için, bir ara patlayıcı da yerleştirilir. Duyarsız yüksek patlayıcılarda bu, hemen hemen zorunludur.

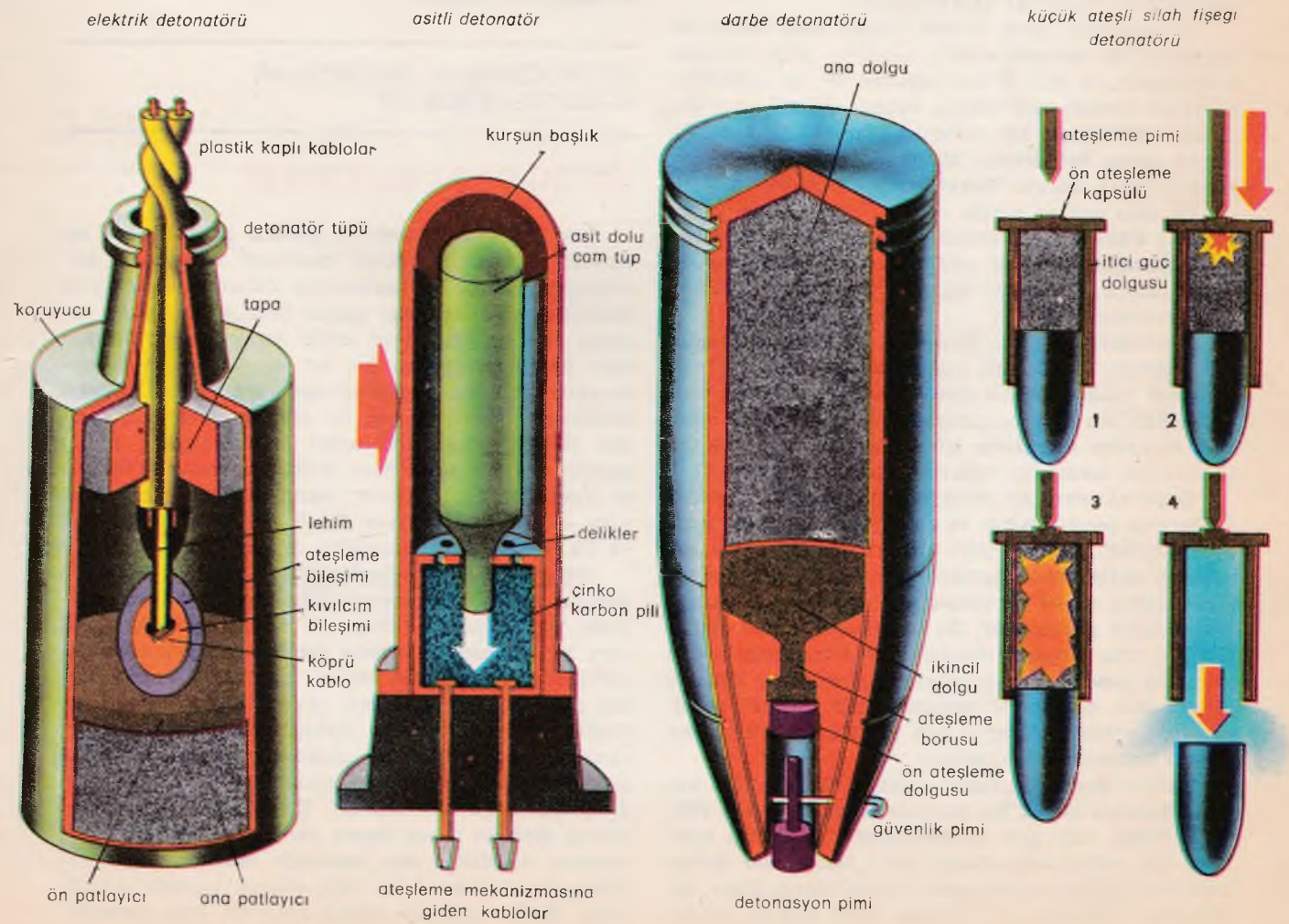
Tarihsel gelişme: 1800 yılında Edward Howard, cıva, nitrik asit ve alkolü karıştırarak cıva fülminatı $Hg(ONC)_2$ buldu. Bu kimyasal işlem sonucu ortaya çıkan kuru billurlar, şok ya da sürtünmeye karşı çok duyarlıydı ve darbeyle hemen patlıyordu.

Bombaların, yüksek patlayıcılarla doldurulmasına başlandığı yıllarda, bunları patlatmanın çok güç olduğu görüldü. 1864 yılında Nobel, cıva fülminatın, ilk ateşlemede kullanılabileceğini buldu ve buluşunu, nitrogliserin patlamasında kullandı. Daha sonra asistanı E. A. Brown, bu buluşu başka patlayıcılar üstünde de başarıyla uyguladı.

Nitroselüloz (ıslak pamuk barutu) ve TNT (trinitrotolüen) gibi patlayıcılarda, şok dalgasının güçlendirilmesi için, araya kuru pamuk barutundan oluşan bir ara patlayıcı koymanın zorunlu olduğu ortaya çıktı.

XIX. yüzyıl sonlarında, az duyarlı patlayıcıların, güçlü detonatörlere gereksinme duyduğu anlaşıldı ve hazırlanan standart, bütün uluslarca kabul edildi. Detonatör içindeki patlayıcı maddeye temel olarak % 80 cıva fülminat ve % 20 potasyum klorat alınmıştı. Bu temele dayanılarak, numaraları 1 ile 10 arasında değişen, on çeşit detonatör tipi hazırlandı. Standart no. 1'deki dolgu 0,3 gram, no. 10'daki ise 3 gramdı.

Bir elektrik detonatöründe, köprü kablodan geçen akım, çevredeki patlayıcıyı ateşler. Asit boynuzu üstündeki darbe, cam tüpü kırar ve asit, pile girip akım geçmesini sağlar. Tipik bir darbe detonatöründe ise, bir ateşleme pimi, ilk patlatıcıya, onu patlatacak hızda vurur ve ateşler.



1903 yılında, Berlin yakınlarında Spandau'da kurşun azitin (PbN_6) bir detonatör olarak kullanılabilmesi için, Will ve Lenze tarafından yoğun çalışmalar yapıldı. Bir süre sonra meydana gelen bir kaza sonucu, deneyler durduruldu, ama daha sonra 1907'de başkalarınca yeniden ele alındı. Fransa'da, F. Hyronimus adlı bir bilim adamı, detonatörlerde cıva fülminat yerine, kurşun azit kullanılmasının daha iyi sonuç vereceğini açıkladı ve bu tip detonatörler, Birinci Dünya savaşı öncesinde pek çok Avrupa ülkesinde yapıldı. Daha sonra aynı tip detonatörü A.B.D. de kabul etti.

Buraya kadar söz konusu edilen tüm detonatörlerde, yavaş yanan bir fitil ya da tapa kullanılmıştı. 1866 yılında Sir Frederick Abel elektrikle çalışan bir detonatör yaptı, ama bu teknik eski tip fitillerin yerini hemen alamadı. Ancak, daha sonraları elektrikli detonatör geliştirildi ve günümüzde en çok kullanılan tip oldu.

Detonatörlerin sınıflandırılması: Bir detonatörün etkisini ve güvenli olup olmadığını belirleyen parametreler güç, detonasyon hızı, duyarlığıdır. Bu parametreler ve bunların ölçümünde kullanılan teknikler, geçen yüzyılın sonlarında geliştirilmiş, ama pek değişmemiştir ve belirli patlayıcılarda kullanılacak detonatörlerin seçiminde hâlâ önemlidir.

Detonatörün *gücü*, Trauzl kurşun blok deneyiyle belirlenir. Bu deneyde belirli miktarda dolgu bileşimi (çoğunlukla 10 gr), 20 cm çapında, 20 cm yüksekliğinde bir kurşun blok üstüne açılmış, 2,5 cm çapında, 13 cm derinliğinde bir yuvaya konur. Bu yuva sonra, kumla sıkıca doldurulur. Elektrikle yapılan detonasyondan sonra, kurşun blokta açılmış olan hacim ölçülür ve aynı miktar pikrik asidin (bir patlayıcı) aynı koşullar altında patlatılması sonucu ortaya çıkan hacimle kıyaslanır. Pikrik asidin oluşturduğu hacim 100 olarak alınır ve deneyi yapılan patlayıcınınki buna göre oranlanır.

Detonasyonun hızı, Dautriche yöntemi kullanılarak bulunur. Bu yöntem, kesin bir hız ölçümü verir ve saniyede 7 450 m'lik bir detonasyon hızı olduğu bilinen PETN'nin kullanılmasıyla yapılır. PETN, endüstride ve askeri amaçlarla sık kullanılan detonatör fitillerindeki *cordtex*'in yüksek patlayıcı dolgusudur.

Duyarlık oranı ise, patlayıcının, darbeyle ne kadar miktarının patlayacağını ve bu patlamada, vuran güçle arasındaki ilişkiyi temel almaktadır. Duyarlığı zayıf olan patlayıcılar, darbeye uğradıklarında yalnızca yerel olarak patlar ve patlama tepkimesini patlatıcının tümüne geçirmezler. Bu da onların, doğal olarak güvenli, ama yararsız detonatörler olmalarına neden olur. Öte yandan, bazı maddeler en küçük bir titreşim sonucu bile, bütünüyle patlamaktadır. Bu tür patlayıcılar, yüksek patlayıcı adı altında sınıflandırılır. Bunlar dengesiz ve tehlikelidir.

Patlayıcının duyarlığını belirlemek için, bir kap içine konmuş küçük bir miktarın üstüne, çeşitli yüksekliklerden (altı ayrı yükseklikten) bir ağırlık bırakılır. Her patlamada oluşan gazın hacmi, bir manometreyle ölçülür ve sonuçlar, yüksekliklerin dikey, detonasyon yüzdesinin de (oluşan gazın miktarı ile belirlenir) yatay olarak gösterildiği bir grafik üstüne işlenir. Pikrik asitli kapsüllerin verdiği sonuçlar da, gene ayrı bir eğri halinde aynı grafiğe işlenir. Deney malzemesi eğrisi, standart pikrik asit eğrisiyle karşılaştırılır. Burada standart pikrik asit eğrisi «100» kabul edilmektedir. Sayı ne kadar küçük olursa, patlayıcının o kadar duyarlı olduğu söylenir.

Uygulama alanları: Detonatörlerin en yaygın biçimde kullanıldığı yerler, taş ve kömür ocakları ile tünel açma çalışmalarıdır. Bu çalışmalarda kullanılan bütün patlayıcılarda detonatör vardır. Yüksek patlayıcılarda, tehlikesiz ve kolay biçimde patlatılmaları için, yavaş yanan bir güvenlik tapası kullanılmasına karşın, anında ya da gecikmeli detonatörlerle elektrik ateşlemesi kullanmak daha kolay olmaktadır. Bu alanda kullanılan iki temel yöntem vardır: Patlatıcıyla (ya da infilak makinasıyla) yapılan ateşleme; elektrik gücüyle yapılan ateşleme.

Detonatörler, daha çok, patlamayı başlatma aygıtları olarak kullanılır. Bunun da ender, ama ilgi çekici bir uygulaması daha vardır. Ağaç ya da telgraf direklerinin yıkılmasında bir cordtex fitili, ağaç ya da direğe sarılarak, bir ucundan ateşlenir. Bu patlamada oluşan şok dalgası, çok güçlüdür ve direk ya da ağacı hemen kesip devirir.

DEVRE KESEN. Bk. SİGORTALAR VE DEVRE KESENLER

DEVRİ DAİM MAKİNASI

Hiç yakıt kullanmadan sürekli çalışabilecek bir makina yapma düşüncesi, mucitleri yüzyıllarca büyülemiştir. Böyle bir makinanın kullanım alanları ve mucidine kazandıracağı maddi ödül, aşağı yukarı sınırsız olurdu. Ama devri daim makinası hiç bir zaman yapılmamıştır ve hiç bir zaman da yapılamayacağını belirten kuramsal nedenler vardır. Bilinen nedenlerle, mucitler, hiç bir şeyi harekete geçirmeden sürekli çalışan bir aygıt yerine, yararlı bir iş yapabilecek bir devri daim makinası tasarımı üstünde durmuşlardır. İlk devri daim makinası için önerilen çeşitli tasarımların tümü, TERMODİNAMİK'in ya ilk, ya da ikinci yasasıyla çelişmektedir.

Dengelenmeyen tekerlekler: Enerjinin sakınımı diye de adlandırılan termodinamiğin ilk yasası, enerjinin bir biçimden ötekine dönüştürülebileceğini, ama hiç bir zaman yoktan var, vardan yok edilemeyeceğini söyler. Devri daim makinası tasarımlarının çoğu, bu ilkeyi dikkate almaz. Başka bir deyişle, bunlar, tükettiklerinden daha fazla enerji üreten, yani verimi % 100'ü aşan makinalardır. Bu tür aygıtlara tipik bir örnek, çevresine ağırlıklar bağlanan *dengelenmeyen tekerlek*tir. Tekerlek, ekseni yatay olacak biçimde dikey olarak yerleştirilir ve ağırlıklar, tekerlek döndükçe iniş tarafında eksene, çıkış tarafında olduğundan daha uzak olacak biçimde düzenlenir. Bunun ardında yatan düşünce, iniş yönünde-

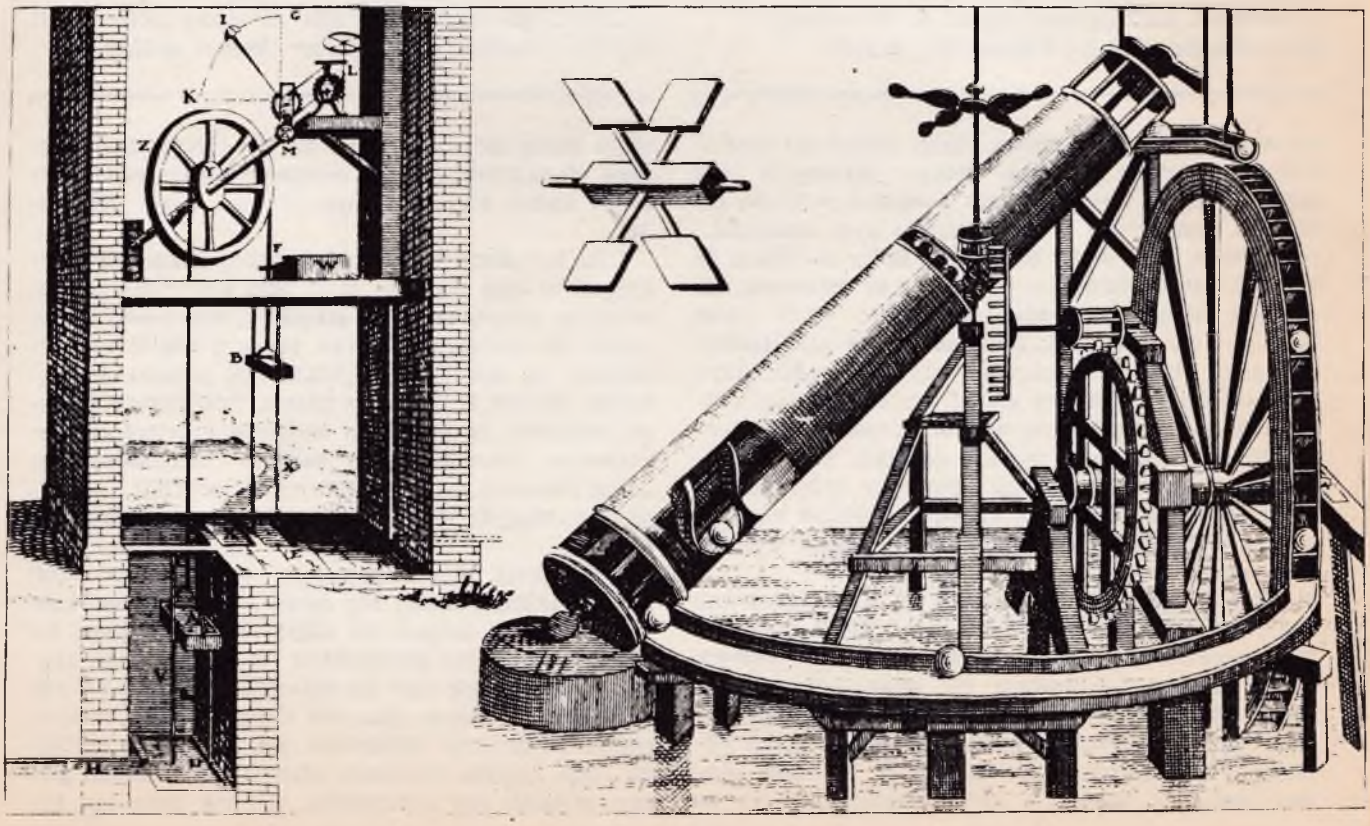
ki ağırlıkların, tekerlek ekseninden daha uzak oldukları için, öteki yandakilerden daha büyük bir döndürme kuvveti uygulayacaklar, böylece tekerleğin sürekli dönmesini sağlayacaklarıdır. Ne var ki, iniş yönündeki ağırlıkların uyguladığı döndürme kuvveti daha büyükse de, öteki yandaki ağırlıkların sayısı daha çoktur ve sonuç olarak, tekerlek üstüne etkiyen toplam döndürme kuvveti sıfırdır.

En ünlü dengelenmeyen tekerleklerden biri, İngiltere'de Worcester Markisi tarafından yapıldı ve 1638'de kral Charles I'e gösterildi. Tekerleğin çapı 4,3 metreydi ve çevresinde, her biri 23 kg gelen 40 tane ağırlığı vardı. Tekerlek çok ağır olduğundan, ilk hareket verildikten sonra, momentum, tekerleğin uzun bir süre dönmesini sağlıyordu. Sürekli (ya da devri daim) hareket konusunda akla oldukça yatkın bir yanıltma doğuran da bu olmalıydı.

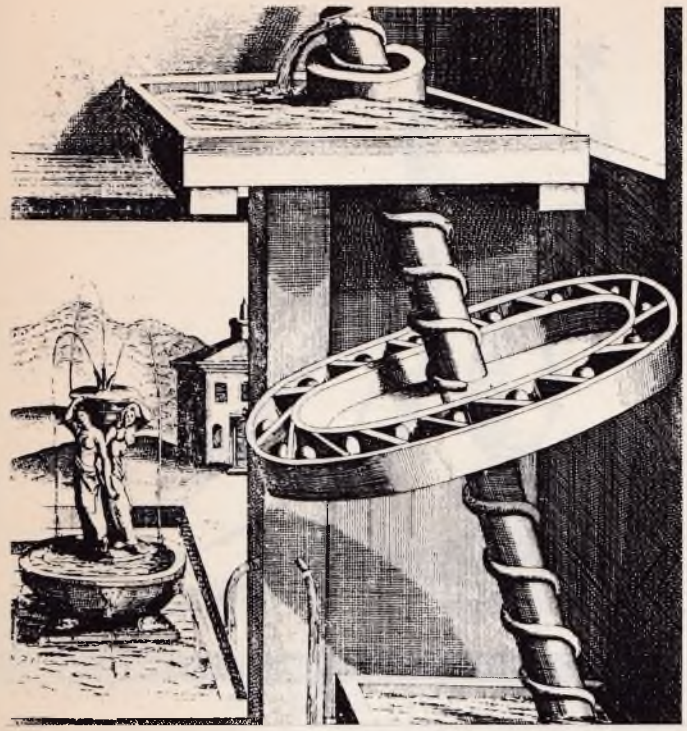
Suyla çalışan aygıtlar: Oldukça yaygın olan başka bir devri daim makinası önerisi de, hem buğday öğüten, hem de değirmen çarkına bağlı bir pompa aracılığıyla kendi su arkını besleyen bir su değirme-

1643'te Athanasius Kircher'in önerdiği magnetik devri daim hareketi. Küresel mıknatıs A, D noktasındaki demir bilyayı E'ye kadar çeker; bilya oradan gene D'ye düşer. Bu tasarımın çalışması olanaksızdır. (üstte)

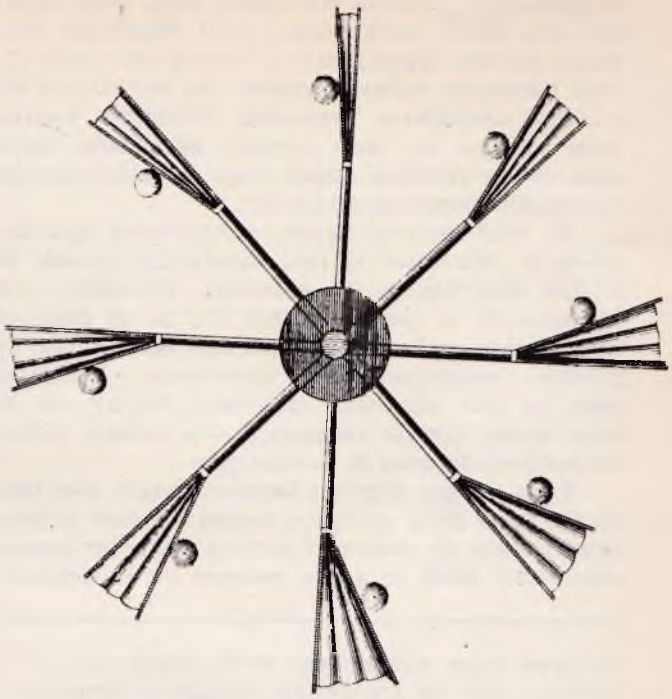
Bu devri daim makinasında demir toplar «su çarkını», çark da Arkhimedes burgusunu çalıştırır; böylece toplar yeniden çarkın tepesine yükselir. Çalışsaydı, bütün devri daim makinaları gibi bu makina da, enerjinin yoktan var edilemeyeceğini söyleyen termodinamiğin ilk yasasını geçersiz kılardı. (altta)



DEVRİ DAİM MAKİNASI



Bu aygıt, devri daim hareket ilkesiyle bir fıskıyeye sürekli su vermek ve suyun fıskıyeden akmasını sağlamak için tasarlanmıştır. Suyu, demir toplar ve tekerlek düzeniyle çalışan Arkhimedes burgusu yukarı çıkarır. Toplar, aşağı doğru indikçe tekerlek ekseninden uzaklaşacak,böylece de bir dönme kuvveti sağlayacak biçimde yerleştirilmiştir.



Bu çark, uçlarında birer körük bulunan borulardan oluşur. Sistem cıvayla doldurulur ve körüklerin birer yanına ağırlıklar yerleştirilir. Yükselen yandaki ağırlıkların etkisiyle cıva, körüklerin dışına pompalanır. İniş yanında da, körüklerin içlerine çekilerek, bu yanın daha ağır olmasına neden olur. Böylece, tekerleği döndüren bir kuvvet sağlar.

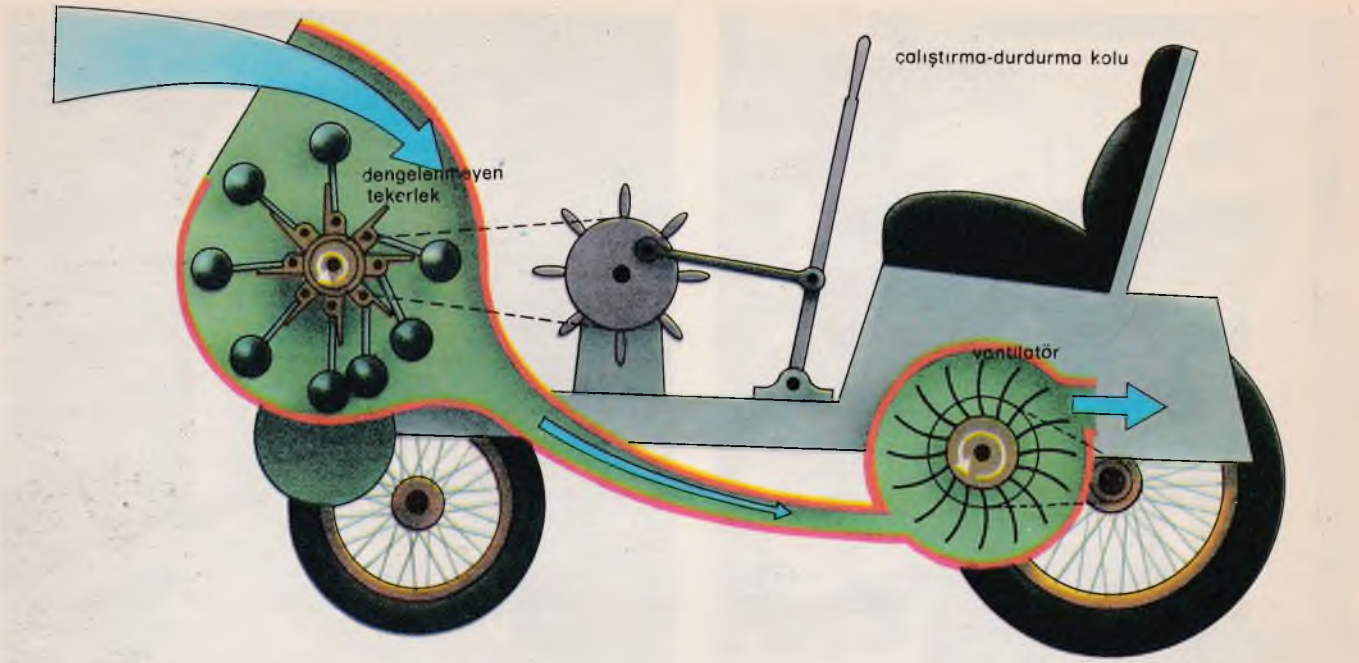
ni tasarısıydı. Burada sorun, suyun yüksek bir yerden alttaki değirmen çarkının üstüne düşmesiyle elde edilecek enerji tutarının, suyu aşağıdan yukarıya çıkarmak için gerekli enerji tutarıyla aynı olmasıdır.

1686'da Abbé de La Roque, büyük bir su kazanı ile kazanın alt bölümünden su yüzeyinin üstündeki bir noktaya uzanan bir borudan oluşan bir devri daim makinası tasarımı çizdi. Borudaki suyun ağırlığından çok daha ağır olan kazandaki suyun, borudaki suyu ileri iteceğini ve böylece sürekli bir su dolaşımı sağlayarak değirmen çarkını döndürebileceğini ileri sürdü. Bu makina, daha sonraki gelişmiş, ama başarısız tasarımların öncüsüydü. Bunların çalışmamalarının nedeni, su yüzeyinin altındaki belli bir noktada basıncın değişmez olması ve su yüzeyinin alanına bağlı olmamasıdır.

Başka tasarımlar: Elektrik ya da magnetizma ilkelerine dayanılarak birçok devri daim makinası tasarımlanmıştır. Bunlardan biri, eğimli bir yüzeyin üst bölümüne tutturulmuş bir mıknatıstan oluşuyordu. Bir bilya, mıknatısın magnetik çekimiyle yukarı doğru çekiliyor, mıknatısa varmadan eğimli yüzeydeki bir delikten aşağı, oradan da bir oluk içinden başlangıç noktasına kadar yuvarlanıyor ve bu böyle sürüp gidiyordu. Ama bu tür bir aygıtın çalışması olanaksızdı; çünkü, mıknatıs bilyayı yukarı çekecek kadar güçlüyse, bilya delikten aşağı düşmezdi.

Isı bir enerji biçimi olduğundan, uygun bir kaynaktan ısı elde etmenin ve bu ısıyı kullanılabilir mekanik işe dönüştürmenin gerçekleştirilebileceği sanılmıştır. Bu gerçekleştirilebilse, tek itici güç olarak denizlerin ısı enerjisinden yararlanan gemiler yapılabilirdi. Ne var ki böyle bir sistem, sıcaklığında değişme olmadan ısı enerjisini mekanik enerjiye dönüştürmenin olanaksızlığını belirten termodinamiğin ikinci yasasına aykırıdır: Dünyanın sıcaklığı her yerde aynı olsaydı, ısı enerjisi hiç bir zaman kullanılamazdı.

Kuramsal olarak yapılması olanaklı tek devri daim makinası, dışarı hiç enerji vermeden, yalnızca sürekli olarak çalışan bir aygıt olabilir. Havasız bir boşlukta, nerdeyse sürtünmesiz iki bilyalı yatak arasına yerleştirilmiş ağır bir tekerlek, çok uzun bir süre durmadan döner. Ama bu sonsuza kadar sürmez, çünkü sürtünmeyi bütünüyle yok etmek ve mutlak bir hava boşluğu yaratmak olanaksızdır. Kurşun gibi bazı metaller çok soğutulursa, elektrik dirençleri tü-



Mekanik bir bağlantıyla (çizimde gösterilmemiştir) arka tekerleklere bağlanmış bir dengelenmeyen tekerlek gücüyle çalışacak taşıt için 1900'lerde hazırlanmış bir tasarım. Arka tekerleklere bir de havayla çalışan vantilatör bağlanmıştır. Bu araçta da, ötekiler gibi başarısız olunmuştur.

müyle yok olur (Bk. ÜSTÜN İLETKENLİK) ve bu metalden yapılmış bir halka içinden, bir güç kaynağına gerek olmadan, sürekli bir elektrik akımı geçer.

Devri daim hareketini andıran bazı aygıtlar vardır; ama bunlar bir dış kaynaktan enerji alırlar. Sözgelimi otomatik saatler, kullananın bileğinin hareketinden enerji alır; saatin her hareketinde, içindeki bir ağırlık yerinden oynayarak, saatin bir miktar kurulmasını sağlar. Saatlerin kurulmasında gündüz ve gece arasındaki sıcaklık farkından da yararlanılabilir. Saatin kurulma mekanizması, hava sıcaklığı değiştikçe şişip dönen bir körükle çalışır. Bu durumda enerji, gündüzleri atmosferi ısıtan güneşten sağlanmaktadır.

DEWAR, SİR JAMES (1842-1923)

Vakumla yalıtılmış şişeyi, yani termosu buluşuyla tanınan, düşük sıcaklıktaki araştırmaların öncüsü olan Sir James Dewar 20 Eylül 1842'de Kincardine-on-Forth'ta (İskoçya) doğdu. Sürekli romatizma ağrıları çekmesi, öğrenimini büyük ölçüde engelledi; ama 1858 yılında Edinburgh Üniversitesi'ni bitirmeyi başardı.

1869'da Krallık Veterinerlik Koleji'nde kimya öğretmenliğine başlayan Dewar, 1875'te doğal deneysel felsefe profesörlüğüne atanınca Cambridge'e geçti; 1877'de Londra'daki Krallık Enstitüsü'nde kimya profesörü oldu. Bütün önemli çalışmalarını Krallık Enstitüsü'nde yürütmekle birlikte, ölümüne kadar her iki görevi de sürdürdü.

1867'de benzenin molekül yapısı için önerisini içeren yayınıyla başlayan ilk çalışmaları, yüksek sıcaklıkları ölçmek, elektrikli arkın kimyası ve gözün ışığa gösterdiği tepki gibi çeşitli konuları kapsamaktaydı. 1872'de, çok düşük sıcaklıklarda maddelerin özgül ısılarıyla ilgili deneylerini yaparken, deney parçasını ısıdan yalıtma sorun oldu. Bulduğu çözüm, çevresindeki havadan kondüksiyon ve konveksiyon yoluyla ısı almasını engellemek için, deneyi vakum içine kapatmaktı. Yirmi yıl sonra bu ilkeden yararlanarak *Dewar şişesini* yaptı. Bu kapta, düşük sıcaklıktaki sıvı gaz uzun süre saklanabiliyordu. Dewar şişeleri hâlâ bu amaçla kullanılmaktadır. Evlerde kullanılan termoslar daha sonra ticari amaçla bu kaptan geliştirilmiştir. Oysa, Dewar çok zengin olmasını sağlayabilecek bu aygıtın patentini almak için hiç bir çaba harcamamıştır.

Dewar, düşük sıcaklıktaki çalışmalarına da aynı yıllarda başladı ve 1874'te iki önemli muhtırası yayınlandı: İngiliz Derneği'nde sunduğu *Sıvı Gazların Gizli Isısı; Yeni Birçok Yetkin Vakum Sağlama Yöntemi*. İkinci yayının konusu, bilinen mekanik pompa yöntemleriyle elde edilen yüksek vakumdan en son gaz moleküllerini çıkarmak için, kömürün soğurucu gücünün kullanılmasıydı. Dewar, sıvı havayı elde ettikten sonra, bu ortamda soğuyan kömürün soğurma gücünün son derece arttığını ve bu yolla elde edilen vakumun, atom tanecikleriyle çalışan fizikçiler için çok önemli olduğunu fark etti. Söz konusu kömür, Birinci Dünya savaşında ortaya çıkan gaz maskelerinde de kullanıldı.

Fizikçi L.P. Cailletet (1832-1913), 300 atmosferlik basınca sıkıştırıp buhar elde ederek, oksijeni kıs-

James Dewar laboratuvarında. Kriyojenik (düşük sıcaklık) kimya üstündeki araştırmalarıyla tanınan Dewar, 1898'de sıvı hidrojeni büyük miktarlarda üretmiş, ama elementler arasında kaynama noktası en düşük olan helyumu elde etmeyi başaramamıştır. (üstte)

men sıvılaştırmayı başarmıştı. Dewar, 1884'te gerçek sıvı oksijeni toplayan ilk kişi oldu ve bu deneyi Kralık Enstitüsü'nde seyirciler önünde gösterdi. Kullanılan ilke, gazı önce sıkıştırmaya, sonra da sıcaklıkta apansız bir düşmeye neden olan, havası boşaltılmış bir bölmede genişlemesine izin vermeye dayanıyordu. İki yıl sonra katı oksijen elde edildi ve 1895'te Dewar, hidrojen buharını toplamayı başardı. Sıvı oksijen 1898'de elde edildi, ama ortamdaki neonun donarak aygıtın valflarını tıkaması yüzünden, helyumu

Dewar vakum şişelerinin en eskileri. Bunlar sonraları, çeperleri arasında yalıtım amacıyla vakum bulunan, sırlı camdan termosların geliştirilmesine yolaçtı. (üstte)

sıvılaştırma çabaları başarısızlıkla sonuçlandı. Dewar, başkalarının yürütemedikleri deneylerde kazandığı başarıyı büyük ölçüde, vakumla yalıtıma borçluydu.

1888-1891 yıllarında hükümetin patlayıcılarla ilgili komitesinde üyelik yapan Dewar, Sir Frederick Augustus Abel'le (1827-1902) birlikte, kordit adı verilen patlayıcıyı buldu. 1897'de Kimya Derneği'nin, 1902'de de Britanya Derneği'nin başkanlığına seçildi. 1877'de Krallık Akademisi'ne üye oldu. 1894'te Rumford madalyasıyla ödüllendirildi; 1904'te Sir unvanını aldı.

DIŞLAMA İLKESİ. Bk. PERYODİK ÇİZELGE

DİELEKTRİK VE DİELEKTRİK DEĞİŞMEZİ. Bk. SIĞA (ELEKTRİKSEL)

DİESEL, RUDOLF (1858-1913)

Adını taşıyan içten yanmalı motor türünü (dizel motoru) geliştiren Rudolph Christian Karl Diesel, Paris'te doğdu. Babası, Augsburg'tan gelme bir Alman deri işçisiydi. Çok yoksul bir ailenin çocuğu olması ve katı bir disiplinle yetiştirilmesi, Diesel'i başarılı olmaya itti, ama ruhsal dengesini bozdu.

Çok parlak bir öğrenci olan Diesel, çocukluğunda Paris Güzel Sanatlar ve El Sanatları Müzesi'nde, aralarında Cugnot'nun 1769 yapımı buhar vagonu da bulunan birçok makinanın resmini çizdi. 1870'te Fransa-Prusya savaşı çıkınca, ailesiyle birlikte Londra'ya yerleşti. Londra Bilim Müzesi'ndeki makinalarla ilgilendi. Daha sonra, Augsburg Ticaret Okulu'nda matematik öğretmeni olan amcasının yanına gönderildi ve orada, havayı sıkıştırarak ısı üreten bir pompa gördü.

1875'te Münih Teknik Üniversitesi'ne başladı. TERMODİNAMİK alanındaki araştırmaları soğutma tekniklerinin bulunmasına yolaçan Kari von Linde'ın konferanslarını izledi. Üniversiteyi o zamana kadar görülmüş en iyi dereceyle bitirdi ve Linde'ın soğutma şirketine girerek, kısa sürede yöneticiliğe yükseldi.

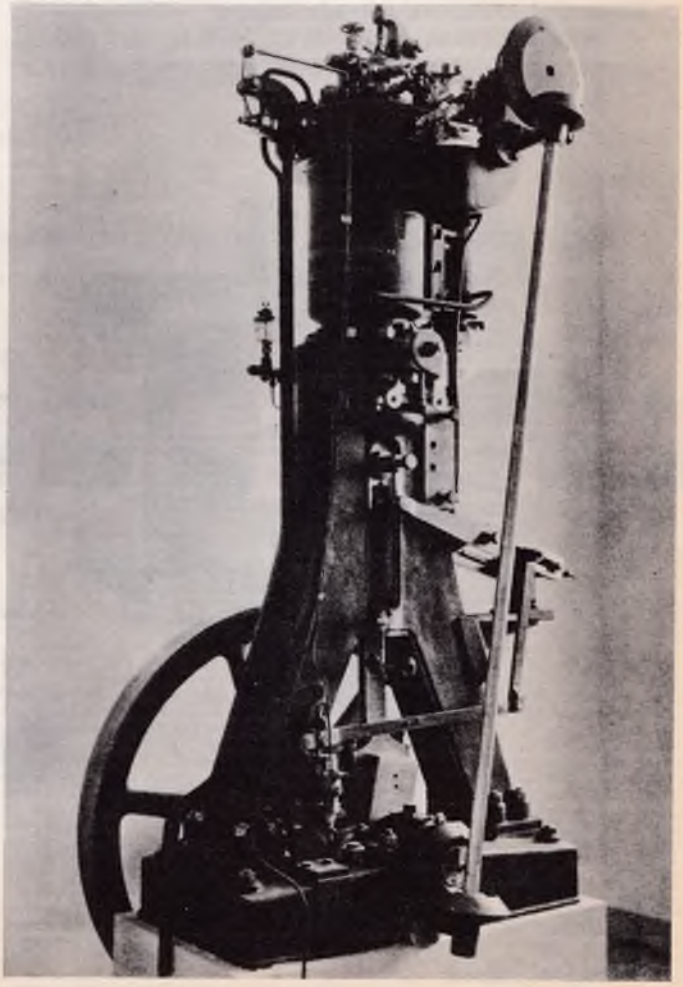
Diesel, henüz üniversite öğrencisiyken, o yıllarda kullanılmakta olan motorların pek verimli olmadığını görmüş ve CARNOT'nun enerjinin ısı halinde iletimine ilişkin kuramlarını incelemişti. Daha verimli bir makina yapmaya karar verdi. Linde'ın fabrikasında yöneticilik yaparken, önce su buharı yerine amonyak buharı kullanmayı düşündü. Ama silindirdeki yakıt karışımını tutuşturmak için sıkıştırılmış hava kullanarak ısı üretme yolunu bulunca, bu düşünceyi bir yana bıraktı. 1892 ve 1893'te, hazırladığı motor tasarımlarının patentini aldı. Önce motorunda, ucuz olduğu için kömür tozu kullanmak istediyse de, motorun yapısı, yanma odasına püskürtülebilecek bir sıvı gerektirdiğinden, petrolde karar kıldı. Başarıyla çalışan ilk motoru, 1897'de yaptığı 35 beygirgücünde, tek silindirli, dört zamanlı bir modeldi. 1898'de Münih'te sergilenen bu model, kısa sürede Diesel'in milyoner olmasını sağladı.

Dizel motorunda bujilere gerek yoktur; çünkü yakıt, yanma odasında pistonun vuruşuyla sıkışan havanın sıcaklığıyla tutuşur. Çalışması için gerekli olan yakıt, öteki içten yanmalı motorlarınkinden daha ucuzdur. Dizel motoru 1902'de elektrik üretiminde kullanılmış, 1903'teyse ilk dizel motorlu gemi suya indirilmiştir.

Diesel'in motoru, sıkıştırma yoluyla ateşleme ilkesiyle çalışan ilk motor olmadığı için, aldığı patentlerin bazılarına itiraz edildi. Augsburg'ta kurduğu ilk fabrika iflas etti, ilk yaptığı motorlardan bazıları bozuldu (çok yüksek basınçlara gerek olduğu için, bu eski motorlar pek güvenilir değildi). Diesel'in kuşkucu, kaprisli bir adam oluşu ve motorların ilk tasarıma uygun olmasını istemesi, motorunun geliştirilmesini engelledi.

Motorlarının İngiliz Deniz Kuvvetleri Komutan-

Rudolf Diesel'in 1898'de Alexander Fuks tarafından yapılmış portresi. (üstte)
Diesel'in başarıyla çalışan ilk motoru, Almanya'da Augsburg'ta Maschinenfabrik'te üretilmiştir. (altta)



lığı'na satışını görüşmeye gitmek için, 1913'te Anvers'ten Harwich'e giden Dresden vapuruna binen Diesel, yolculuk sırasında ortadan kayboldu. Kaçırıldığına ya da Birinci Dünya savaşı öncesinin gergin atmosferinde hükümetin ajanları tarafından öldürüldüğüne ilişkin çeşitli söylentiler çıktıysa da, sonradan evinden ayrılırken özel hazırlıklar yaptığı ve gemiden atlayarak intihar etmekten söz ettiği anlaşıldı.

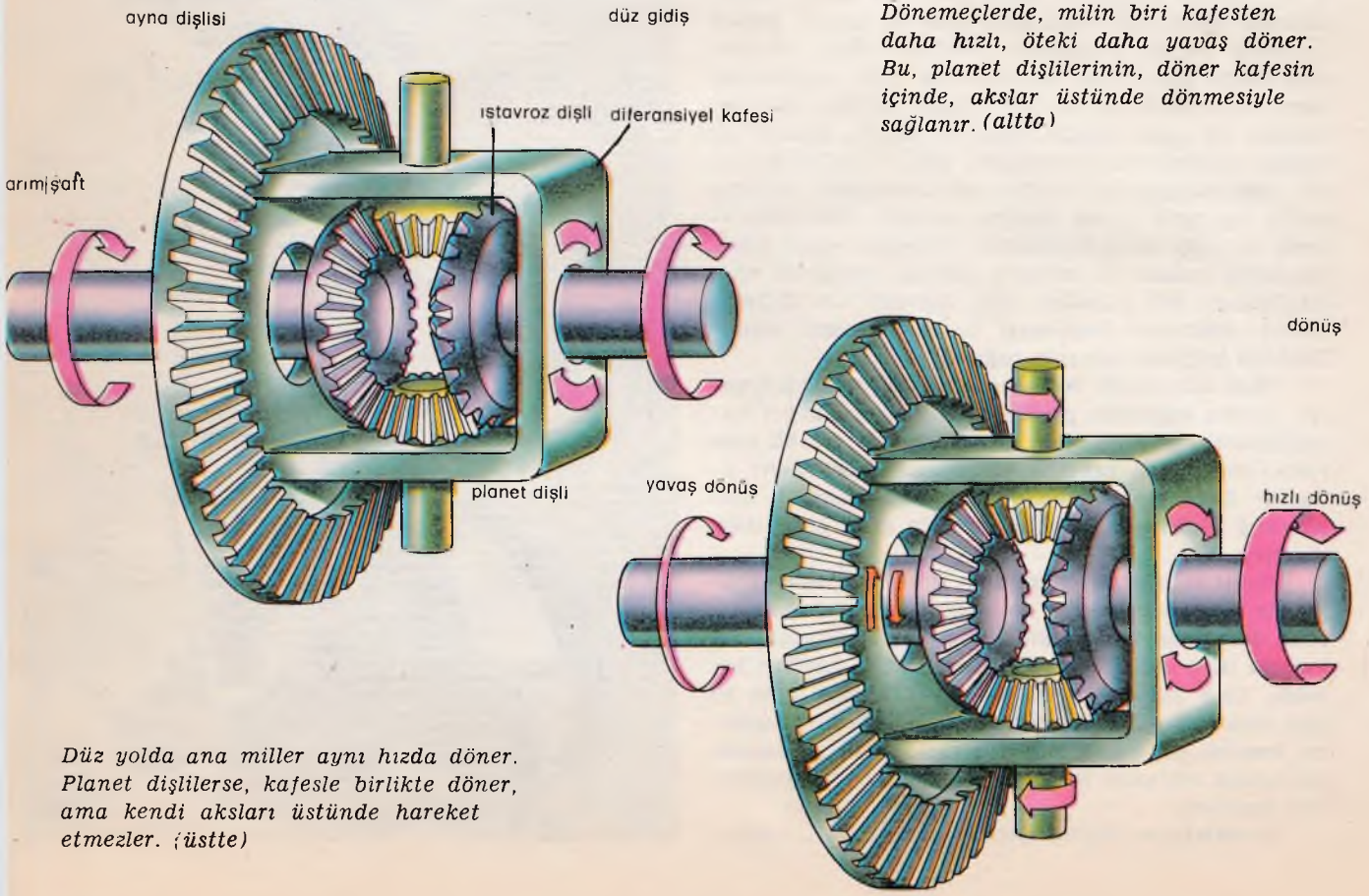
DİFERANSİYEL

Diferansiyel, motorlu araçlarda, viraj alınırken döndürme milinin (ya da tahrik milinin), tekerlekleri farklı hızlarda döndürmesini sağlayan bir dişli takımıdır. Viraj alınırken, dönemecin iç yanındaki tekerlek, ötekinden daha kısa bir eğri çizer. Bu nedenle, hem kullanım kolaylığı sağlamak, hem de tekerleklerin aşınmasını azaltmak için, iç taraftaki tekerlek daha yavaş dönmelidir. Cip gibi dört tekerlekten de tahrikli araçlarda, iki diferansiyel bulunur. En yüksek çekiş gücünü elde etmek için, hem önden, hem arkadan çekişli araçlara üç diferansiyel yerleştirilir. Böylece ön tekerleklerle arka tekerlekleri birbirinden ayırmak ve her tekerleğin kendi hızında dönmesini sağlamak olanağı bulunur (diferansiyeli olmayan tek araba, Hollanda'da üretilen Daf marka otomobildir. Daf'lar, makaralar üstünde kayan bir kayıştan oluşan, varyatör sistemiyle çalışır).

Diferansiyel, arkadan çekişli otomobillerde, tekerlekler arasındaki arka aksların ortasında bulunan kutuya yerleştirilir. Kutuya önden tahrik mili, iki yandan da birer aks girer. Tahrik milinin ucuna takılan konik dişli (mahruti dişli), akslardan birinin ucuna yerleştirilmiş *ayna* dişlisini döndürür. Dört küçük konik dişliden oluşan bir takım (iki küçük planet dişli ve iki ıstavroz dişli), ayna dişlisine tutturulmuştur ve onunla birlikte döner. Öteki aksı, ayna dişlisinin karşısındaki ıstavroz dişlisi döndürür. Diferansiyel, araç düz yolda ilerlerken her iki aksı aynı hızla döndürür, ama ayna dişlisinin karşısındaki aksın, duruma göre yavaş ya da hızlı dönmesini de sağlar. Bazı tasarımlarda, kaygan ya da yumuşak zeminlerde tekerleklere eşit güç vermek ve böylece çamura saplanma tehlikesini en aza indirmek için, *sürgü kilitli* diferansiyel bulunur.

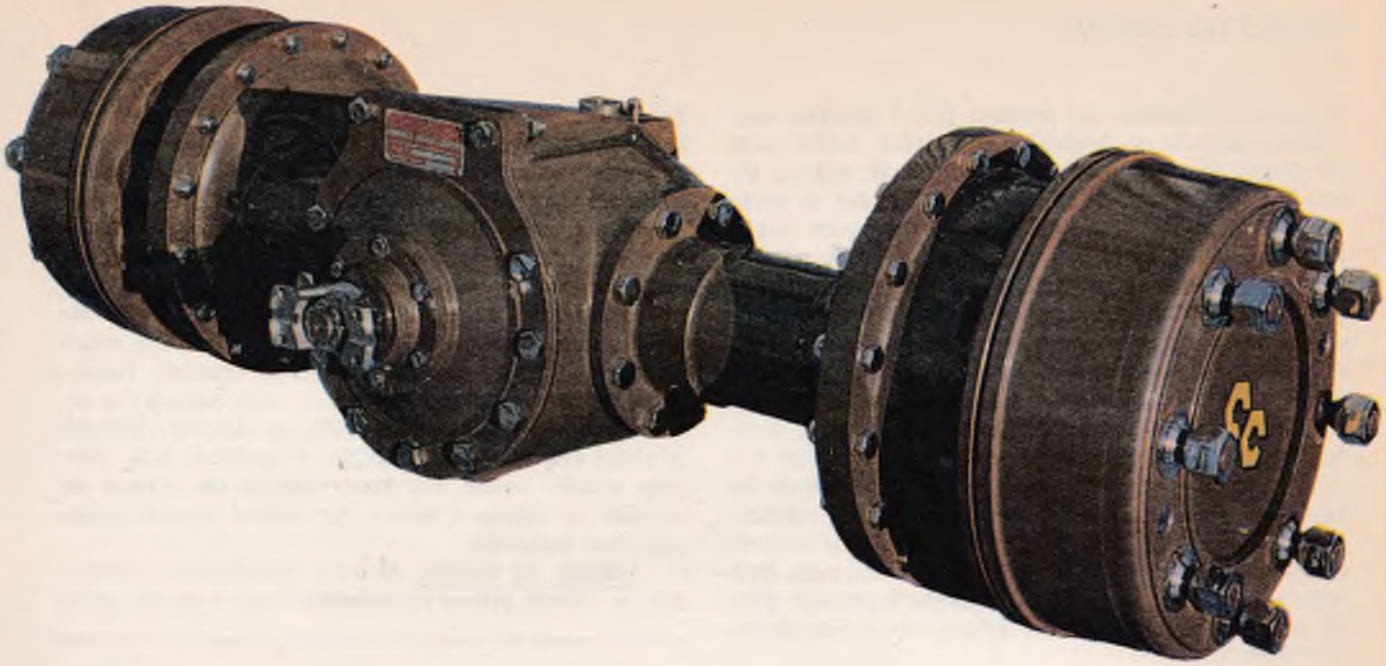
Ayna dişlisi ile konik dişli arasındaki *tahvil oranı* (bir dişlideki diş sayısının ikincisindekine oranı), aracın ivme ve en yüksek hız gibi çalışma özelliklerini belirler.

Eski modellerde, ayna ve konik dişlilerinin dişleri düzdü. Bu nedenle, hem diferansiyel gürültülü çalışır, hem de dişliler, boşluklu çalışma sonucu, çabuk aşınırdı. Modern otomobillerde ayna ve konik dişlileri, *helisel* dişlidir; yani dişli yüzeyler konik, dişlerin yüzü de eğimlidir. Böylece, dişliler dönerken, bir



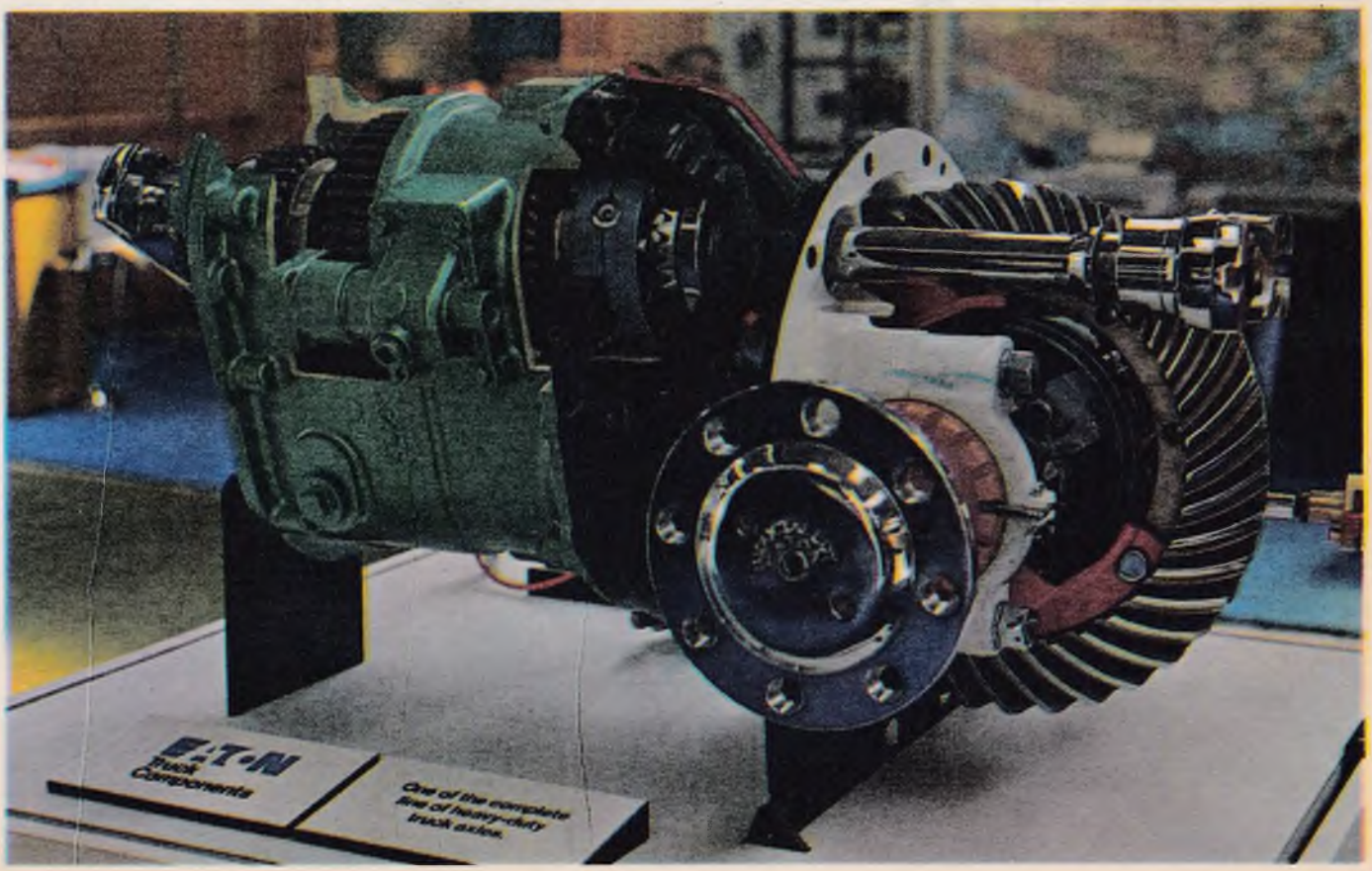
Dönemeçlerde, milin biri kafesten daha hızlı, öteki daha yavaş döner. Bu, planet dişlilerinin, döner kafesin içinde, akslar üstünde dönmesiyle sağlanır. (altta)

Düz yolda ana miller aynı hızda döner. Planet dişlilerse, kafesle birlikte döner, ama kendi aksları üstünde hareket etmezler. (üstte)



Bir çatallı istifleyici aksı. Montaj bütünüyle kapalıdır. Tekerlek göbekleri iki yanda, diferansiyel ortadadır. Gövde, farklı aks ve tekerlek göbeklerinin, farklı motor ya da dişli kutularına uyabilmesini sağlama amacıyla, ayrı ayrı parçalardan dökülmüştür. Diferansiyel kutusunun önünden çıkan konik kavraması, bir dişli kutusuna, tork konverterine ya da geleneksel bir transmisyona bağlanabilir. Tekerlek göbeklerinde ek olarak, bir redüksiyon dişli takımı da bulunur. (üstte)

Bir ağır araç aksının kesit görünüşü. Sağdaki büyük dişli, diferansiyelin ayna dişlisidir. Aracın tekerleği, önde görülen flanşa takılır. Güç, motordan transmisyon mili aracılığıyla iletilir. Bu mil ayna dişlisinin üstünden çıkar (üstüne yarım kardan kavraması yerleştirilmiştir) ve diferansiyeldeki konik dişliyi çalıştıran arkadaki birime uzanır. Yeşil gövde içindeki birim, elektrikle çalışan, iki hızlı bir dişli kutusudur ve elde edilebilen dişli oranlarını, iki katına çıkarır. (altta)



diş çifti ayrılmadan bir sonraki çiftin birbirini kavraması sağlanır ve boşluklu çalışmanın önüne geçilir. Doğru biçim verilmiş bir diferansiyel, hiç bir bakım gerektirmeden, otomobilin ömrü kadar iş görür.

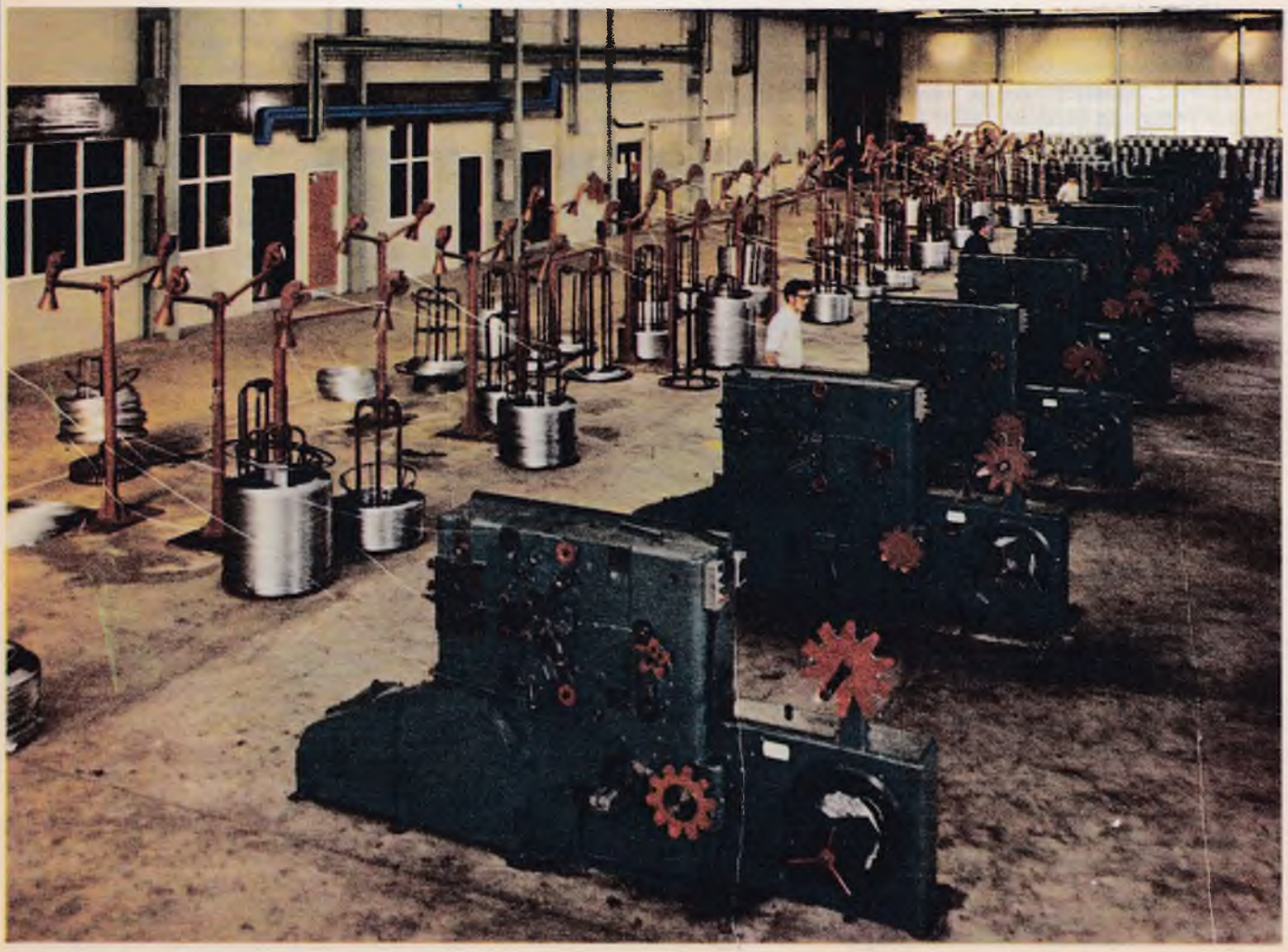
Diferansiyelin özellikle sessiz çalışmasını sağlamak için, önce ayna ve konik dişliler, diferansiyelin çalışma koşullarını yaratan bir alıştırma makinasında alıştırılır. Bu işlemden sonra, iki dişli, sessiz bir odada, diferansiyelin sessiz çalışmasını sağlayan laynerlerinin (dişli çiftinin birbirini iyi kavramasını sağlayan ince metal diskler) kalınlığını belirleyen bir makinada denetimden geçirilir ve diferansiyel montaj hattına gönderilir. Sistemdeki bütün dişliler rulmanlı yataklara yerleştirildikten sonra, laynerler takılır. Tamamlanan birime, deneme çalışması yaptırıldıktan sonra, ağır yağ doldurulup yağ sızdırmayacak biçimde kapatılır. Diferansiyelin sessiz çalışması, özellikle gövdesi tek parça olan araçlarda önemlidir. Çünkü bu tip araçlarda, gövde, diferansiyelin gürültüsünü iletebilir.

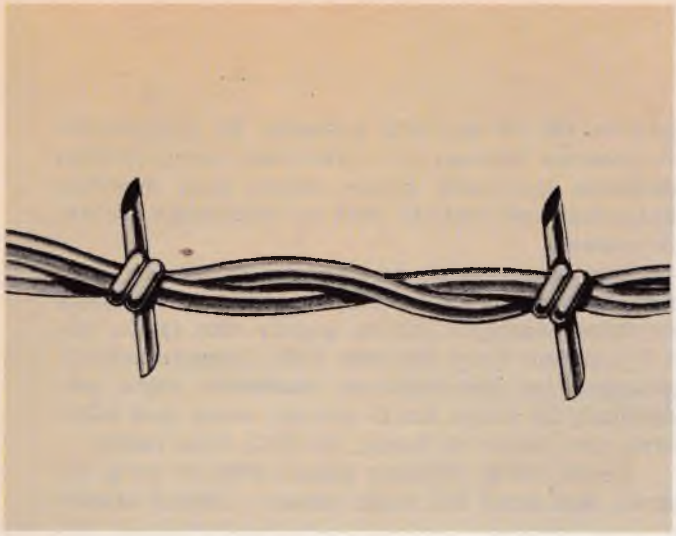
DİKENLİ TEL ÜRETİMİ

İlk kez 1867 yılında, A.B.D'nde patenti alınan dikenli tel, topraklarındaki ekini zararlı hayvanlardan korumak isteyen toprak sahiplerine etkili bir engel hazırlama olanağını verdiğinden, A.B.D'nde tarımın gelişmesinde önemli bir rol oynadı; ama, sığır sürülerinin bütün otlak ve çayırlardan serbestçe yararlanmaları engellendiğinden, ortaya çıkan yeni durumdan rahatsız olan sığır yetiştiricileri ile çiftçiler arasında zaman zaman tartışmalar doğdu. Dikenli tel yapılmadan önce çitler dişli telle yapılırdı. Ne var ki, bu teller gerildikleri zaman kırıldıkları ve soğuk havalarda kısalıp koptukları için elverişsizdi. Dikenli tel üreten ilk pratik makinayı, 1874 yılında (o zamanlar dikenli tele «şeytan teli» de denirdi) İllinois'lu çiftçi Joseph Glidden buldu. O tarihten XIX. yüzyılın sonuna kadar, 400 kadar değişik tür dikenli tel üretildi ve bunların ancak bir düzine kadarı kullanım alanı bulabildi.

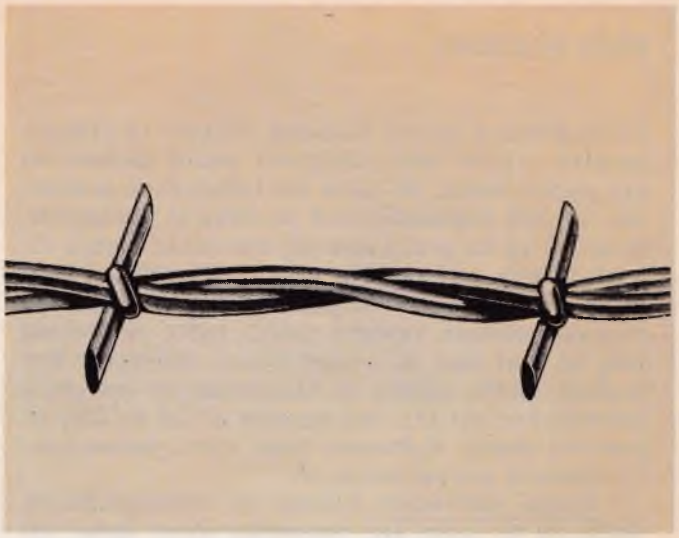
Dikenli tel türleri: Modern dikenli teller yumuşak ve yüksek çekme mukavemeti olan çelikten ya da

Her yıl binlerce km uzunluğunda dikenli tel üreten makinalarda, tek telden oluşan dikenli tel üretilişi. Yüksek çekme mukavemeti olan çelikten yapılan bu tür teller, iki telden oluşanlar kadar kolay paslanmaz.

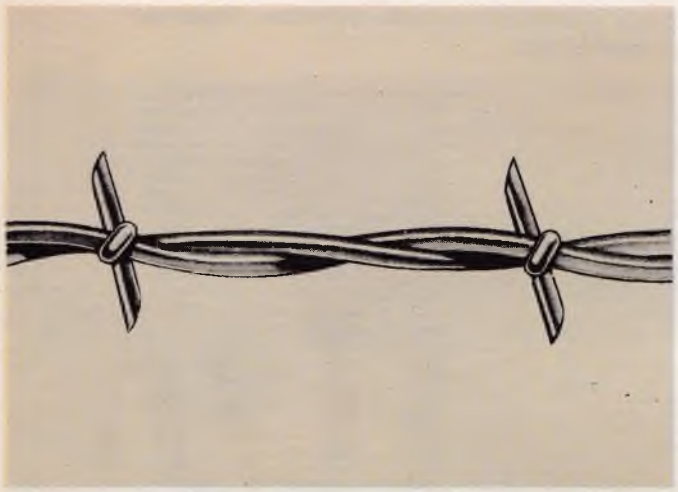




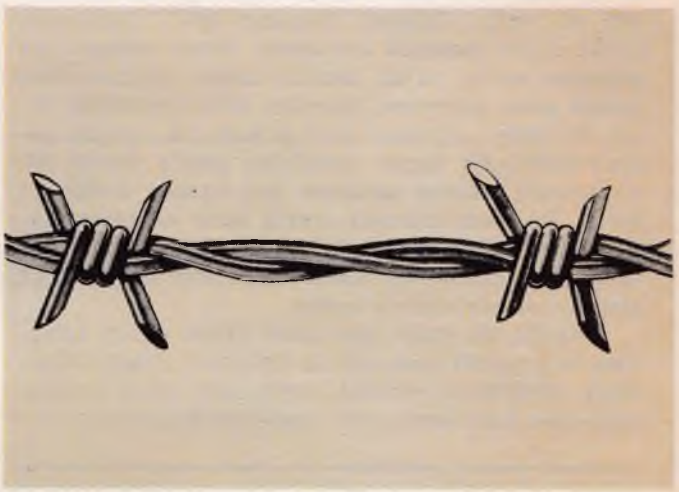
1) Çift telli dikenli tel. Bunda, iki uçlu dikenler (yuvarlak tel), enine tellerden yalnızca biri üstüne sarılır.



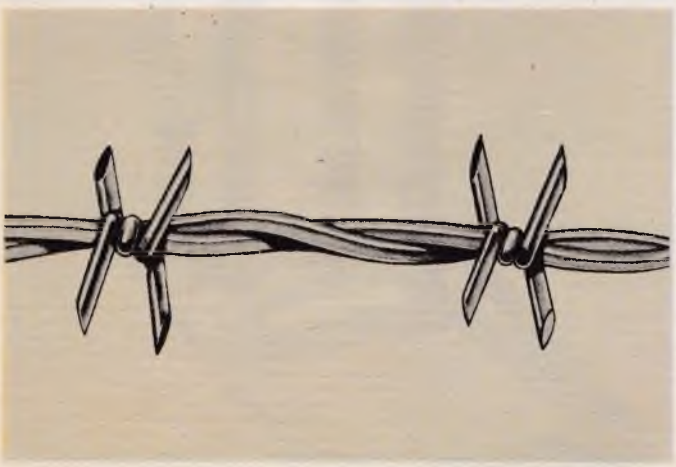
2) Çift telli dikenli tel. Burada, diken tekniği biraz farklıdır. Bir kez kıvrılarak sarılan dikenler, her iki teli de kavrar.



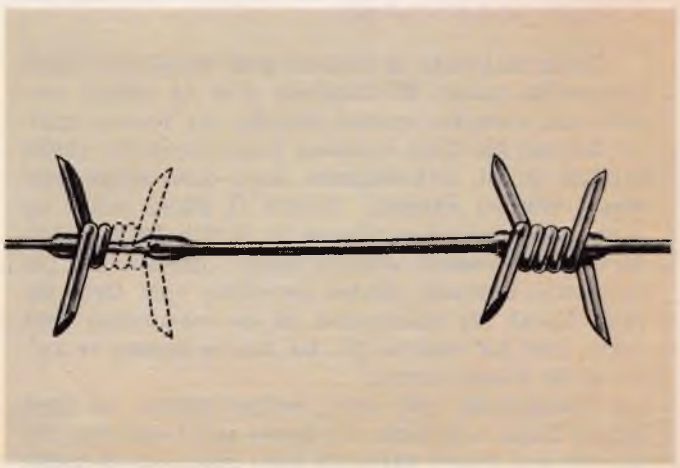
3) Çift telli dikenli tel. Ana tellerin birinin üstüne sarılarak yapılan iki uçlu dikenin değişik bir türü. Burada, diken teli yassıdır.



4) Çift telli dikenli tel. Burada dört uçlu diken görülmektedir. Diken tellerinden biri ana kablolardan biri üstüne, ikincisiyse her ikisi üstüne sarılır.



5) Çift telli dikenli tel. Bir öncekinden farklı olarak, bunda dört uçlu diken iki ana kabloya da sarılır.



6) Tek telli (oval) dikenli tel. Bu örnekte dört uçlu diken, boğum yöntemi kullanılarak ana kabloya sarılmıştır.

alüminyumdan yapılır. Yumuşak çelikten ve alüminyumdan yapılan teller, birbirinin üstüne sarılmış iki ayrı telden oluşur. Bu teller tek telden daha sağlamdır; sıcaklık değişmelerinden de daha az etkilenirler. Yuvarlak ya da oval kesitli bir tek telden oluşan dikenli tellerse, sert çelikten yapılır; dikenler, bu telin üstünde kıvrılarak ya da kaynaklanarak oluşturulur. Yumuşak çelikten yapılmış dikenli teller, her birinin çapı 2,5 mm olan iki telden oluşur. Dikenler 2 mm çapında telden yapılır ve aralarında 8,5 cm aralık bulunur, her biri 12,7 mm boyunda iki ya da dört çıkıntıdan oluşur. Kullanılan çelik teller, paslanmalarını önlemek için galvanizlenir.

Üretim yöntemleri: Dikenli teli oluşturan iki tel, makinaya bir uçtan ayrı ayrı verilir. Öteki uçtan birbirlerine sarılmış, dikenli, bir makaranın üstüne sarılı olarak çıkarlar. Dikenleri oluşturan tellerse makinaya yandan verilir. İki uçlu dikenlerde yalnızca bir yandan, dört uçlu dikenlerdeyse iki yandan birden tel verilir. Gövdeyi oluşturan teller makinanın içinde sarılı durumda dururken, dönen kafalar, bu tellerden birinin ya da ikisinin birden (yapılan telin türüne göre) çevresine, dikenleri oluşturan telleri sarar. Bu teller, uçlarının sivri olması için, çapraz çalışan bıçaklarla uygun uzunlukta kesilir. Sonra tel, bir sonraki dikenin sarılması için istenen uzunlukta ilerler. Bu işlem otomatik olarak sürer ve yapımı tamamlanan dikenli tel, genellikle çelikten yapılan bir makaranın üstüne 400 metre uzunlukta ya da 50 kg ağırlıkta olacak biçimde sarılır.

Dikenli tel, tarım alanından başka, askeri amaçlarla ve güvenlik amacıyla da kullanılır. Askeri amaçlarda, birbirlerine sarılmış birçok uzun tel ya da karmakarışık hazırlanmış tel yumakları kullanılır.

DİKİNE İNİŞ KALKIŞ YAPAN UÇAKLAR
Bk. V/STOL UÇAKLAR

DİKİŞ MAKİNASI

Dikiş makinası, el dikişine göre değişik bir ilkeye dayanarak çalışır. El dikişinde iğne ve ipliğin serbest ucu, kumaşın içinden geçirilip öte yandan çekilir. Normal bir dikiş makinası bunu yapamaz; çünkü makina iğnesi, mekanizmaya bağlı olduğundan, serbestçe hareket edemez. Üstelik el dikişi, belirli bir uzunluktaki iplikle yapılır ve bu ipliğin bütünü, (dikilmiş olan kesimin dışında kalan), iğnenin her batırılışında, kumaşın içinden geçirilmiş olur. Oysa sürekli olarak bir makaradan ya da masuradan iplik çeken hızlı bir makina için bu, hiç de verimli ve kullanışlı bir yöntem olmaz.

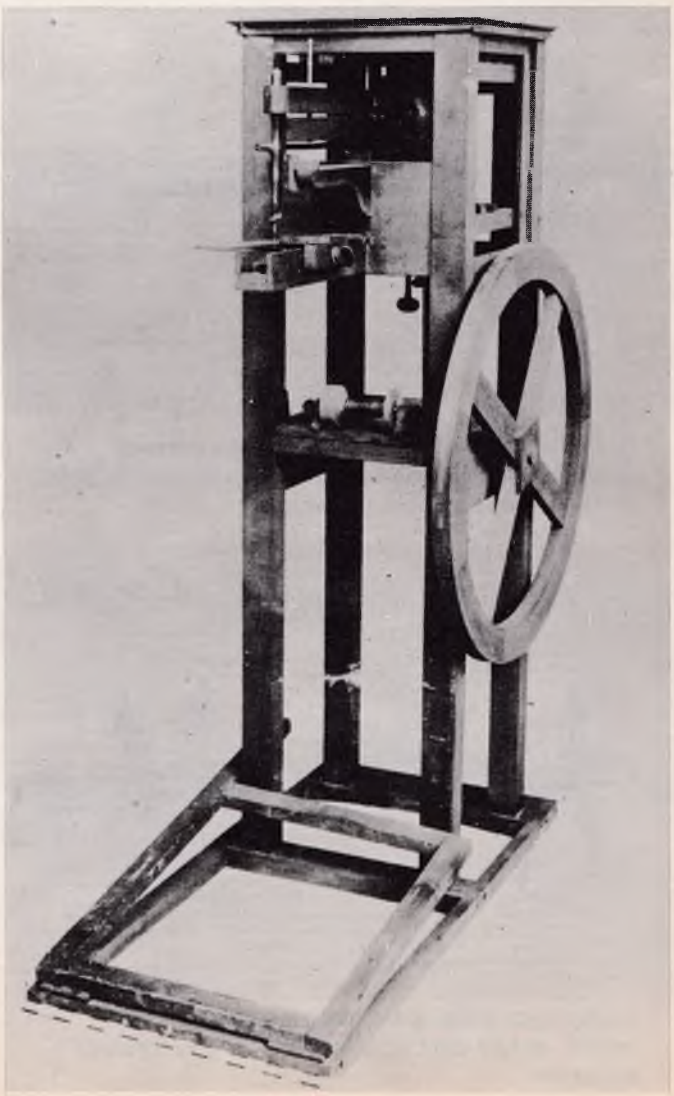
Günümüzde, çift uçlu, serbest iğneler ve buna benzer başka aygıtlarla el dikişini taklit edebilen birkaç tip son derece karmaşık dikiş makinası da yapılmıştır; ama dikiş makinalarının büyük çoğunluğu, ya zincir dikiş, ya da çapraz dikiş sistemini kullanır.

Zincir dikiş: Zincir dikiş sisteminin en yalın biçiminde, tek bir sap iplik kullanılır. Bu iplik, kumaşın üstünde bulunan bir makaradan alınıp iğnenin gözünden geçirilerek, çekilir (bütün dikiş makinası iğnelerinin aynı yerinde, yani uç noktasında bir delik bulunur).

İğne, kumaşa girer ve beraberinde iplikten bir ilmik çeker, sonra hafifçe yukarı çekilir; ama kumaş, sürtünme nedeniyle, içinden geçmiş olan ipliğin geri çekilmesini önler. Böylece iplik, kumaşın altında genişleyip, bir ilmik oluşturur. Makinanın altına yerleştirilmiş bir çengel ilmiği yakalar; sonra iğne bütünüyle geri çekilir ve kumaş, bir dikiş boyu ilerler.

Çengel, ilmiği kumaşın altında öyle bir yerde tutar ki, iğne ikinci kez indiği zaman, o ilmiğin arasın-

Thimonnier'nin 1830'da yaptığı zincir dikiş diken makinada, kumaş elle yürütülüyordu. Sağdaki tekerlek, ön sol bacağın arkasında bulunan bir çubuk aracılığıyla pedalla çevirilen döndürme çarkıdır.(altta)

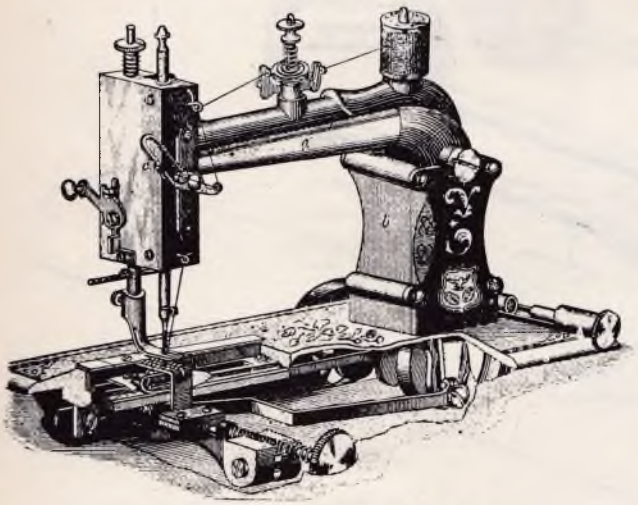


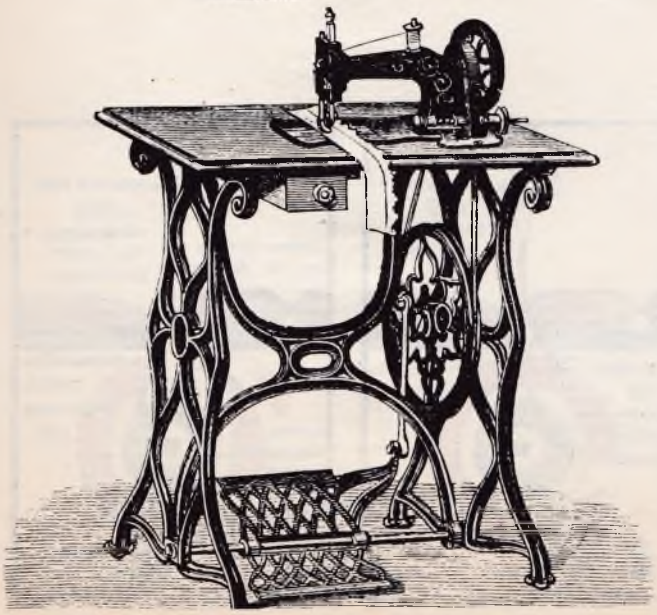
dan geçerek, yeni bir ilmik oluşturur. Böylece kumaşın altında art arda ilmikler oluşur ve bu ilmiklerin her biri, bir öncekinin içinden geçirilir.

Çapraz dikiş: Çapraz dikişte, iki iplik kullanılır. Bunlardan biri kumaşın üstündedir ve sürekli olarak bir makaradan alınır; ikincisiyse kumaşın altındadır ve bir masura yuvasına yerleştirilmiş küçük bir masura ya da mekikten alınır. Üst iplik ya da iğne ipliği, zincir dikişte gördüğümüz gibi kumaşa batırılır; ama oluşturduğu ilmik, çapraz bir yol izleyen (salınımlı ya da döner) bir çengel tarafından yakalanır. Bu çengel, ilmeği masuradaki ipliğe dolar.

İğne geri çekilirken, çapraz dolanmış iplikleri kumaşın içinden geçirir. Böylece hem üstten, hem de alttan aynı görünen bir ilmik yaratılmış olur. Kumaşın iki yüzünden giden iki iplik, yer yer kumaşın içinden geçip, öteki iplikle dolanarak bir ilmik oluşturur.

İki sistemin üstünlükleri: Zincir dikiş çok çabuk yapılabilir. Genel olarak dakikada 7 000 ilmik atılır ki; bu, saniyede santimetre başına 12 dikiş demektir.





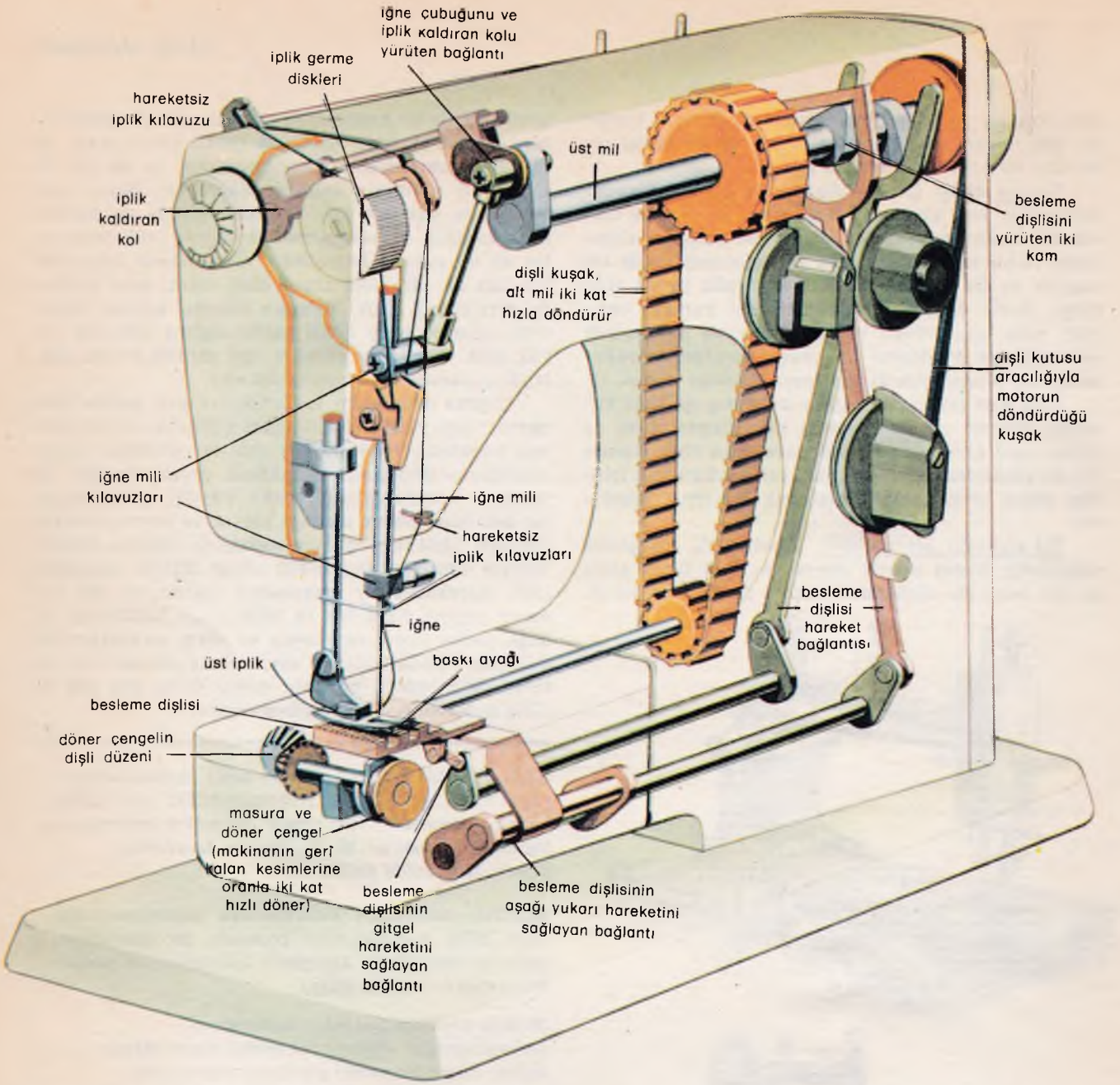
Çapraz dikiş bu kadar hızlı olamaz; çünkü ipliğe daha çok yük bindirir. Ama, tek iplikli zincir dikiş, tamamlanmamış dikişi tutup ayırmakla ya da bir dikişi kesip çekmekle kolayca sökülebilir. Bunun için bu sistem, yalnızca düğme dikimînde ya da benzeri bazı endüstri makinalarında kullanılır (ilk makinalar da bu sistemi kullanırdı). Öteki zincir dikiş makinaları da, *iki iplikli* zincir dikiş diker. Ama bunlarda ayrı bir alt iplik, kumaşın altında, normal ilmiklerin içinden geçip dikişi sağlamlaştırır. Bu, çok büyük iplik tüketimine yolaçar; her santim dikişe, yaklaşık iki santim iplik harcanmış olur.

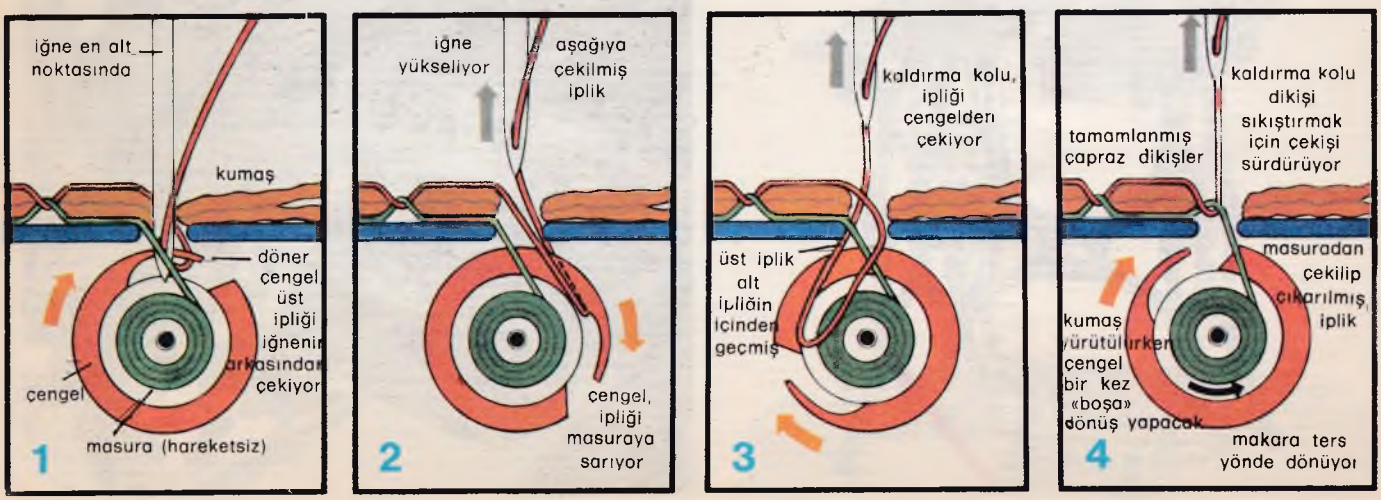
Çapraz dikiş daha sağlamdır ve yarı yarıya iplik harcar; ama onun da kullanımı sınırlıdır. Çünkü hem hızı düşüktür, hem de her dikişte, iğnedeki ipliğin masuranın çevresinde dolanması gerekmektedir. Bu yüzden, masura ipliğini, daha büyük ve hareketsiz bir bobinden çekme olanağı yoktur ve masuranın büyüklüğü, iğnedeki iplikten çekilecek ilmiğin büyüklüğüyle sınırlıdır (iki iplikli zincir dikişte, aşağıdaki iplik, hareketsiz bir makaradan çekilebilir). Bu nedenle, çapraz dikiş, hız ve iplik tutarı endüstride olduğu kadar önem taşımayan ev dikiş makinalarında kullanılır. Endüstrideyse, zincir dikiş sistemi yeğ tutulur. XIX. yüzyıl boyunca zincir dikiş, pek çok ev dikiş makinalarında da kullanılmıştır.

XIX. yüzyılda yapılan çapraz dikiş makinalarının çoğunda, tıpkı dokuma tezgahlarındaki gibi, yatay bir çizgi üstünde gitgel yapan bir mekik bulunuyordu. Bu makina 1881'de W. G. Wilson tarafından yapılmıştır. ***(solda üstte)***

Elektrik motorunun kullanılmaya başlanmasından önce, dikiş makinalarının çoğunda, bir döndürme çarkı ve döndürme kuşağıyla çalışan ayak pedalı bulunuyordu. ***(solda altta)***

Modern endüstri tipi dikiş makinaları uzmanlaşmıştır. Burada tek iplikli zincir dikişle düğme diken bir model görülmektedir. ***(altta)***


iğne çubuğunu ve iplik kaldıran kolu yürüten bağlantı
iplik germe diskleri
hareketsiz iplik kılavuzu
üst mil
iplik kaldıran kol
besleme dişlisini yürüten iki kam
dişli kuşak, alt mil iki kat hızla döndürür
dişli kutusu aracılığıyla motorun döndürdüğü kuşak
iğne mili kılavuzları
iğne mili
hareketsiz iplik kılavuzları
besleme dişlisi hareket bağlantısı
iğne
üst iplik
baskı ayağı
besleme dişlisi
döner çengelin dişli düzeni
masura ve döner çengel (makinanın geri kalan kesimlerine oranla iki kat hızlı döner)
besleme dişlisinin gitgel hareketini sağlayan bağlantı
besleme dişlisinin aşağı yukarı hareketini sağlayan bağlantı


iğne en alt noktasında
kumaş
döner çengel üst ipliği iğnenin arkasından çekiyor
çengel
masura (hareketsiz)
1
iğne yükseliyor
aşağıya çekilmiş iplik
çengel, ipliği masuraya sarıyor
2
kaldırma kolu, ipliği çengelden çekiyor
üst iplik alt ipliğin içinden geçmiş
3
kaldırma kolu dikişi sıkıştırmak için çekişi sürdürüyor
tamamlanmış çapraz dikişler
masuradan çekilip çıkarılmış iplik
kumaş yürütülürken çengel bir kez «boşa» dönüş yapacak
makara ters yönde dönüyor
4

Besleme: Kumaş, her dikişte, kumaşın altında bulunan bir dişli çubuktan oluşan besleme mekanizmasıyla yürütülür. Bu dişli çubuk, yumuşak yaylı bir *baskı ayağına* basınç yaparak kumaşı kavrar. Besleme çubuğunun hareketi *dört adımlıdır:* Yukarı; ileri; aşağı; geri. Böylece sürüp giden bu hareket, istenince ters yöne doğru da yürütülerek, dikişin sonu, geri dikme sistemiyle pekiştirilebilir. Ayrıca, besleme çubuğunun ilerleme aralığı da, dikişin uzunluğuna göre ayarlanabilir.

Tarihçe: İlk dikiş makinası patentini 1790 yılında, Londralı Thomas Saint aldı. Saint'in makinası tek iplikli zincir dikiş sistemiyle çalışıyordu ve önceden bir bızın açmış olduğu delikten geçen, ucu çatallı bir iğnesi vardı. Ne var ki, bu makinanın hiç bir zaman gerçekleştirilmemiş olduğu sanılmaktadır; çünkü patent kağıdındaki çizim kusurları, çalışmasını önleyecek derecede büyüktü.

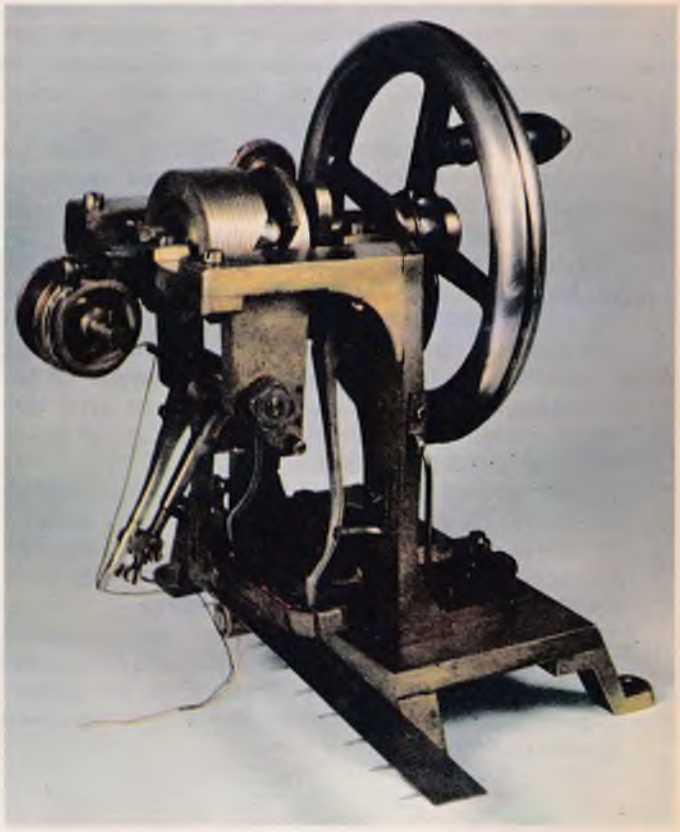
1810 yılında, B. Krems adında bir Alman, ucunda göz olan iğneyi buldu; ama o da ticari başarı sağlayamadı. Ticari değer taşıyan ilk dikiş makinasını, Fransa'da, terzi Barthélémy Thimonnier yaptı. Bu makinanın ucu çengelli iğnesi, kumaşa takılıyordu. Üstelik besleme çubuğu bulunmadığından, kumaşı elle çekmek gerekiyordu. Ama gene de Thimonnier, asker üniformaları dikişinde bu makinadan çok yararlandı ve işlerine engel olacağından korkan el işçilerinin dikiş makinalarını kırmasına kadar, başarılı işler gördü. Bu olaydan sonra, Thimonnier bir daha dikiş makinasını geliştirmek için uğraşmadı.

İlk çapraz dikişli makinayı, 1830 yıllarının başında, New York'ta Walter Hunt buldu. Bu makina da 1846 yılına kadar ticari nitelik kazanmadı. Ama o tarihte, Elias Howe buna çok benzeyen bir makinanın patentini aldı. Söz konusu makinanın besleme mekanizması yetersizdi. Kumaşın ucu, çubuklara tutturulmuş bir *teğel levhasıyla* dikine tutuluyor, sonra bu levha, kumaşı makinaya veriyordu. Kumaş dikilip bitince, levha çıkarılıyor, sonraki kumaş parçası yeniden çubuklara geçiriliyordu. Ayrıca, söz konusu makinada eğik iğne kullanılıyordu.

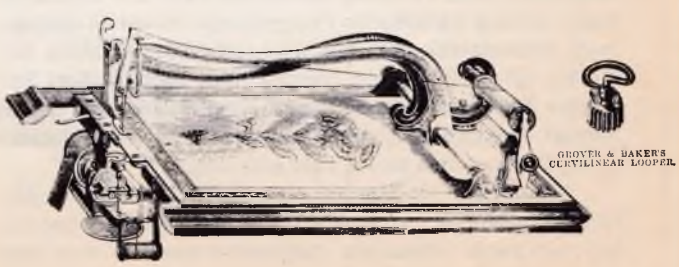
Genel biçimi yönünden günümüzdeki makinalara benzeyen ilk dikiş makinasını, 1851 yılında A.B.D'nde İsaac M. Singer yaptı. Bu, düşey iğneli, yaylı baskı ayaklı, çapraz dikiş sistemiyle çalışan bir makinaydı. Ayrıca, bir pedalı aracılığıyla, ayakla çalıştırılabilen ilk dikiş makinası oluyordu.

Gene A.B.D'nde Allen B. Wilson, 1852 yılında, iğnedeki ipliği hareketsiz bir masuraya saran döner çengeli buldu (Singer'in makinasında yatay bir gitgel hareketi yapan mekik vardı). 1854'te de, dört hareketli besleme çubuğunu geliştirdi. Böylece, modern dikiş makinasının temel donanımı tamamlanmış oldu. Daha sonraki gelişmeler, ayrıntılar üstünde gerçekleştirildi. Çift iplikli zincir dikişiniyse 1851 yılında William O. Grover buldu.

Modern dikiş makinaları: Modern ev dikiş makinalarının çoğunda, *zikzak dikiş* dikebilen *hareketli iğneler* vardır. Kumaşın altındaki iğne levhasında uzun



Howe'ın 1845'te yaptığı makina çapraz dikiş dikiyordu. Kırmızı iplik geçirilmiş olan mekik (altta görülüyor), makinadan geçen kumaşı tutan çatallı teğel levhasının hemen üstündedir.(üstte)
1851'de patenti alınan Grover ve Baker'in makinası, iki iplikli zincir dikiş diken ilk makinaydı. Bu makinanın dikişi, tek iplikli makinanınki gibi çabuk sökülmüyordu; ama çok daha fazla iplik harcıyordu. (altta)



Modern bir ev dikiş makinasının mekanik sistemini gösteren çizim. Bu, çapraz dikiş diken bir makinadır (çalışması, alttaki çizimde gösterilmiştir). Düz dikişe ek olarak, çeşitli genişliklerde zikzak dikişler de diker. Çeşitli dikiş ayakları takılabilecek bir sistem de vardır (resimde görülmüyor). Bunlar, iğne salınımını ve besleme ayağı mekanizmasını denetleyen 4 kamlı silindirlerdir. Nakış işlerinde daha yavaş dikmek için, hızı beş kat azaltılmış yavaş ayarlı bir dişli takılabilir. (solda)

bir delik bulunur ve iğne, bir dikişte sola, bir dikişte sağa hareket eder. Zikzakın genişliği sıfır (düz dikiş) ile 5 ya da 7 mm arasında ayarlanabilir. Dikiş uzunluğunun ayarlanmasıyla, esnek kumaşların dikişinde ya da kumaşın yıpranmasını önlemek için sert kumaş dikişlerinin bitiminde, uzun yani gevşek bir zikzak dikiş; ilik açmada ya da yalın bir nakış dikişi olan sarmada ise, çok kısa, yani sık zikzak dikiş kullanılır. Makinanın ileri hareketi bütünüyle durdurulursa, düğme diker ya da zikzak dikişle, kumaş katlanarak *gizli baskı*, (giysinin etek ucunu, dikişler dışardan görülmeyecek biçimde kıvırmak) yapılabilir. Katlanmış kumaşın dış, yani düz kenarları birbirine bitiştirilip, her zikzağın ucunun kumaşın öte yanına geçmeksizin, yalnızca kıvrım yerini dikmesi sağlanır.

Fantezi dikişler zikzağın genişliğini ve belirli bir patrona göre besleme çubuğunun yönünü ayarlayan değişik KAM kutularıyla sağlanır.

Endüstride kullanılan dikiş makinaları bütün bu görevleri, hattâ daha da fazlasını yerine getirir. Ama bu makinalar daha büyük ve daha ağırdır; ayrıca tek bir işte (ilik açan makinalar gibi) uzmanlaşma eğilimindedir. Üstelik, bunların aşağı yukarı tümü, zincir dikiş sistemini uygular. Ağır kumaşlar üstünde sağlam dikişler oluşturan değişik zincir dikiş türleri de vardır. Bunların dokuz ayrı ipliği bir arada kullanan tipleri yapılmıştır.

OTOMATİK DENETİM, **GİYİM** *ENDÜSTRİSİ'ne* de yavaş yavaş girmeye başlamıştır.Bu alanda kullanılan birçok dikiş makinası, sözgelimi gömlek, yaka dikişi gibi bazı işlemleri baştan sona kadar otomatik olarak yapacak biçimde programlanabilir. Ayrıca, içi boş iğnelerinden, dikilecek maddeye bir sıvı akıtan ipliksiz makinalar üstünde de çalışmalar yürütülmektedir. Bu sıvı, ısıl işlemle sertleştirilip bir «dikiş» oluşturur. Ama bu makinalar, gerçek dikiş makinası sayılmazlar.

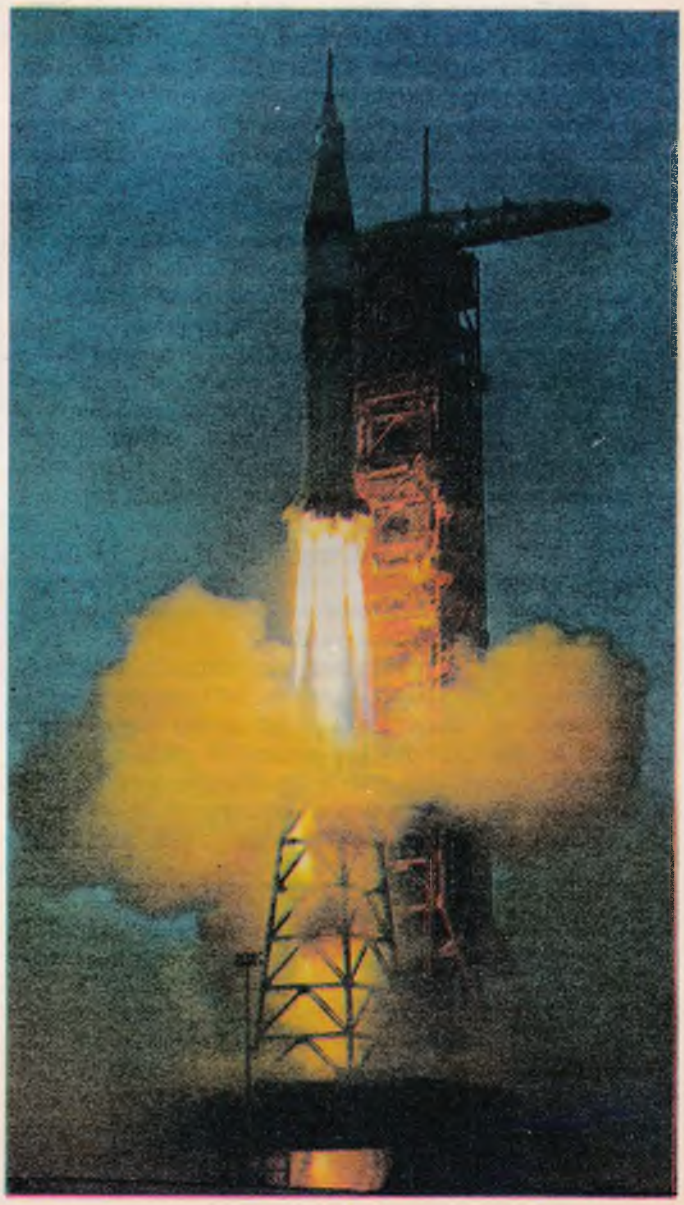
DİNAMİK

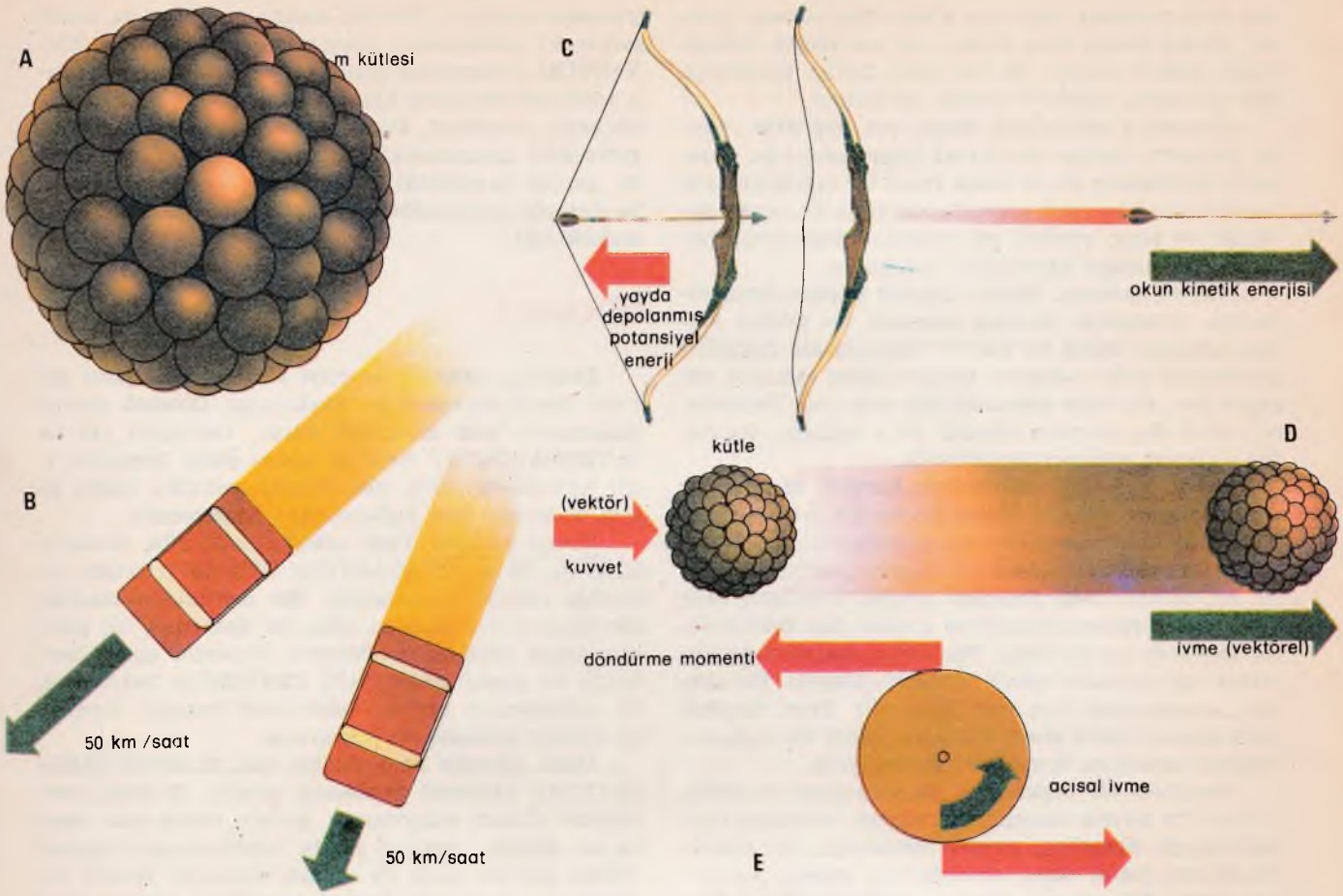
Dinamik, fiziğin hareketli cisimlerle ilgili dalıdır. Hareketli cisimlerin yönleri, hızları, momentumu, enerjileriyle ve bu değerler arasındaki bağıntılarla ilgilenir. Dinamik de STATİK (denge halindeki hareketsiz cisimler ile onlara etkiyen kuvvetleri inceleyen bilim dalı) gibi, mekaniğin konularından biridir. Sözgelimi, bir köprü tasarımında, yapısal dengenin bulunabilmesi için statiğe gerek vardır. Oysa dinamik, hareketi incelerken, kuvvetin,cismin hareketi üstündeki etkisini nicelik bakımından belirlemeye çalışır ve uygulamalı matematikle sıkı bir ilişki içindedir. Verilmiş koşullara göre bir sorunu çözmek için, ilgili fiziksel kuramlar seçildikten ve bu kuramların matematik denklemleri kurulduktan sonra, formüllerin uygun biçimde kullanılmasıyla sonuç elde edilebilir.

Kinematik ve kinetik: Dinamik iki alt kola ayrılır: Kinematik; kinetik. *Kinematik*, fiziksel nedenleri bir yana bırakarak, cisimlerin hareket hızı gibi matematik ifadelerle ilgilenir. Bu ifadeden sonra konu, hareketi belirleyen fizik kuramları bakımından incelenir: Bu da araştırmanın *kinetik* bölümüdür.

Tarihçe: İlk kez XVII. yüzyılda ortaya atılan ve daha sonra fizikçiler ve matematikçilerce geliştirilen, NEWTON YASALARI, gezegenlerin güneş çevresinde dönmesinden, küçücük bir toz parçasının davranışına kadar birçok problemin incelenmesinde ve açıklanmasında kusursuz başarılar sağlamıştır. Sözgelimi, XIX. yüzyıl ortalarında Neptün gezegeninin bulunması, te-

Dinamik, hareketli cisimler ile haraketi oluşturan ve etkileyen kuvvetler bilimidir. Sözgelimi, bir roketin uçuş yörüngesi, motorların itmesi, Yer'in çekim kuvveti, havaüs sünün yeri ve hava akımları tarafından belirlenir. Bu etmenler, hız ve konumun saptanması için bir bilgisayara verilir.





Dinamikteki bazı kavramlar. A'da bir M kütlesi görülmektedir. Bu skaler bir niceliktir, çünkü bir yönü yoktur. B'deki iki araba, aynı hızla (skaler), ama farklı yönlerde hareket ettiklerinden, yönlü hızları (vektör) farklıdır. C'deki yay, potansiyel (depolanmış) enerjiyi, kinetik (hareket) enerjiye çevirmektedir. Bir kütle üstüne etkiyen bir kuvvet (vektör), bir ivme ortaya çıkarır. İvme de vektörel bir niceliktir (D'de gösterilmiştir). E'deki dairesel harekette, döndürme momenti açısal ivme oluşturur. (üstte)

leskopların gelişmesi sonucu değil, dinamik biliminin uygulanmasıyla gerçekleşmiştir.

Güneş sisteminin dinamikle çözümlenmesi, bilinen gezegenlerin gözlenen hareketlerinin, kuramsal olarak hesaplananlardan farklı olduğunu göstermiştir. Bu sapmaların yalnızca, öteki gezegenlerin yörüngelerini değiştiren bir başka gezegenle açıklanabilmesi, güneş sisteminde bir sekizinci gezegenin bulunması gerektiği düşüncesini getirdi. Yapılan hesaplar, söz konusu gezegenin yerini, boyutlarını ve güneş çevresindeki yörüngesinin bazı özelliklerini bile önceden belirtti. Fransa'da Leverrier ve İngiltere'de Adams, birbirlerinden bağımsız olarak yaptıkları hesaplarda aynı sonucu elde ettiler. 1846 yılında da Berlin'de Profesör Galle, hesaplanan yerden birkaç yay saniyelik uzaklıkta gezegeni gözledi.

Skaler ve vektörel nicelikler: Dinamikte cisimlerin, hareket halinde gösterdikleri özelliklerin tam bir tanımlaması yapılmıştır. Hızı, yönlü hızı (velosite), ivmeyi, momentumu ve enerjiyi içeren bu özelliklere, *dinamik değişkenler* adı verilir.

Hız, birim zamanda alınan yol olarak tanımlanır ve bir *skaler nicelik*'tir. Değeri, saniyede metre, saatte km gibi, yalnızca hız birimleriyle belirtilebilen büyüklükler, *skaler nicelik* diye adlandırılır. Dinamik değişkenlerin çoğu, büyüklükleriyle birlikte uzaydaki yön ve doğrultularının da belirtilmesi gereken *vektörel niceliklerdir*.

Sözgelimi belli bir yöndeki hız, vektörel bir niceliktir. Aynı uzaklığı aynı zamanda alan iki arabanın hızı aynı olabilir; ama yönlü hızlarının aynı olabilmesi için, aynı yöne gitmeleri gerekir. Momentum da vektörel bir niceliktir; çünkü kütle ile yönlü hızın çarpımı olarak tanımlanır. Bu vektörün yönü, yönlü hız vektörünün yönüyle aynıdır.

Bir cismin hareket niceliği, onu durdurmak için ne kadar çaba harcanması gerektiğinin bir ölçüsüdür. Örnek olarak, iki cismi ele alalım. Bunlardan birinin kütlesi, ikincisinin iki katı olsun; ama küçük olan büyüğe oranla iki kat hızla hareket etsin. Bunların her iki-

sini de durdurmak için aynı gücün harcanması gerekir; çünkü yavaş olan cismin iki kat büyük kütlesi, küçük kütleli cismin iki kat olan hızına karşılıktır. Her iki cismin hareket niceliği de aynıdır.

Dinamikte vektörlerin önemi çok büyüktür; çünkü, bir cisim üstüne bir kuvvet uygulandığında, hareket doğrultusunu ya da daha genel bir tanımlamayla, hareket niceliğini değiştirir. Bu kuvvetin ne olması gerektiği ve onun yönünü ne oranda değiştireceği, bütünüyle dinamiğin ilgilendiği bir konudur.

Kuvvet kavramı, bütün dinamik kuramlarının temelidir. Newton'un hareket yasaları, bir cismin momentumunun ancak bir kuvvet uygulamakla değiştirilebileceğini belirtmektedir. Momentumun zamanla değişme hızı, kuvvetin büyüklüğüyle belirlenir. Değişmenin yönü de, kuvvetin etkidiği yöne bağlıdır. Bu nedenle kuvvet, vektörel büyüklüktür.

Enerji, iş ve güç: Bir cismin hareket ederken bir enerjisi vardır. *Kinetik enerji* adı verilen bu enerji, istenilen biçimlere çevrilip yararlı amaçlarla kullanılabilir. Hidroelektrik santrallar, akarsu enerjisiyle çalışır. Su, türbinlerden geçerken kinetik enerjisini verir ve bu enerji elektrik enerjisine çevrilir. Söz konusu süreç sırasında su yavaşlar. Bu, suyun oluşturduğu harekete eşit nicelikte enerji verdiğini gösterir. Bir arabayı yavaşlatmak için fren kullanılır. Fren, hareket eden aracın kinetik enerjisini ısıya çevirir. Bu ısı da, yavaşlama sırasında frenlerden yayılıp yiter.

Enerjinin bir başka türü de *potansiyel enerji*dir. Cismin, bir kuvvet alanındaki konumu nedeniyle taşıdığı enerji. Sözgelimi, yerden yüksekteki bir cismin, Dünya'nın çekim alanı etkisiyle yere düşme potansiyeli vardır. Düşerken potansiyel enerjisini yitirir, ama hız, dolayısıyle de kinetik enerji kazanır. Yere ulaştığında hiç potansiyel enerjisi kalmaz. Bir ok, yay üstünde gerildiğinde, yayın gerilimi (kuvveti) nedeniyle potansiyel enerji kazanır. Yay serbest bırakıldığında, bütün potansiyel enerji, kinetik enerjiye dönüşür.

Potansiyel ve kinetik enerjiler, depolanmış enerjinin çeşitleridir. Biri konumu nedeniyle, ikincisi de hareketi nedeniyle depolanmıştır. Öte yandan, *iş* cisme verilen enerji niceliğidir. Sözgelimi, cisme bir kuvvet etkidiğinde, ona aktarılan enerji niceliği iştir. *Güç*, bir başka önemli dinamik değişkendir. Güç, iş yapma *hızı*, yani enerjinin zaman içinde verilme hızıdır. Enerji, iş ve güç skaler niceliklerdir; çünkü bunlar, belli bir doğrultuyla belirtilemezler. Sözgelimi, enerji, hangi yönde olursa olsun, bir işi yapmak için kullanılabilir.

Dairesel hareket: Doğrusal harekette cisme etkiyen kuvvet, cismin kütlesi ile ivmesinin çarpımına eşittir (Newton yasaları). Dönen cisimde de, döndürme kuvvetleri ya da *döndürme momenti* ile açısal ivme arasında benzer bağıntılar vardır. Döndürme momenti, bir cismin eylemsizlik momenti ile açısal hızının çarpımına eşittir.

Dinamik ve çağdaş fizik: Fiziğin birçok dalı gibi, dinamik de, yeni buluşların ışığı altında yeniden gözden geçirilmiştir. Elektronlar ile çekirdekler arasında çarpışmalar ve karşılıklı etkileşimler gibi yeni gözlenen olayların, Newton mekaniğiyle (ya da klasik mekanik) açıklanması olanaksızdır. Bunlar için KUVANTUM mekaniğine gerek vardır. Işık hızıyla oranlanabilecek bir hızda hareket eden cisimlerin bize garip gelen özellikleri, klasik mekanikle açıklanamaz ve göreçelikli (relativistik) mekanik önem kazanır. Gene de, gerçek yaşamdaki mühendislik uygulamalarında, bu düzeyde yaklaşımların kullanılmasına gerek görülmemektedir.

DİNAMO

Dinamo, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çeviren dönel hareketli bir makinadır. Dinamo deyimi başlangıçta hem alternatif akım üreteçleri (ya da ALTERNATÖR'ler), hem de doğru akım üreteçleri için kullanılırdı, ama son yıllarda yalnızca doğru akım üreteçleri için kullanılmaya başlanmıştır.

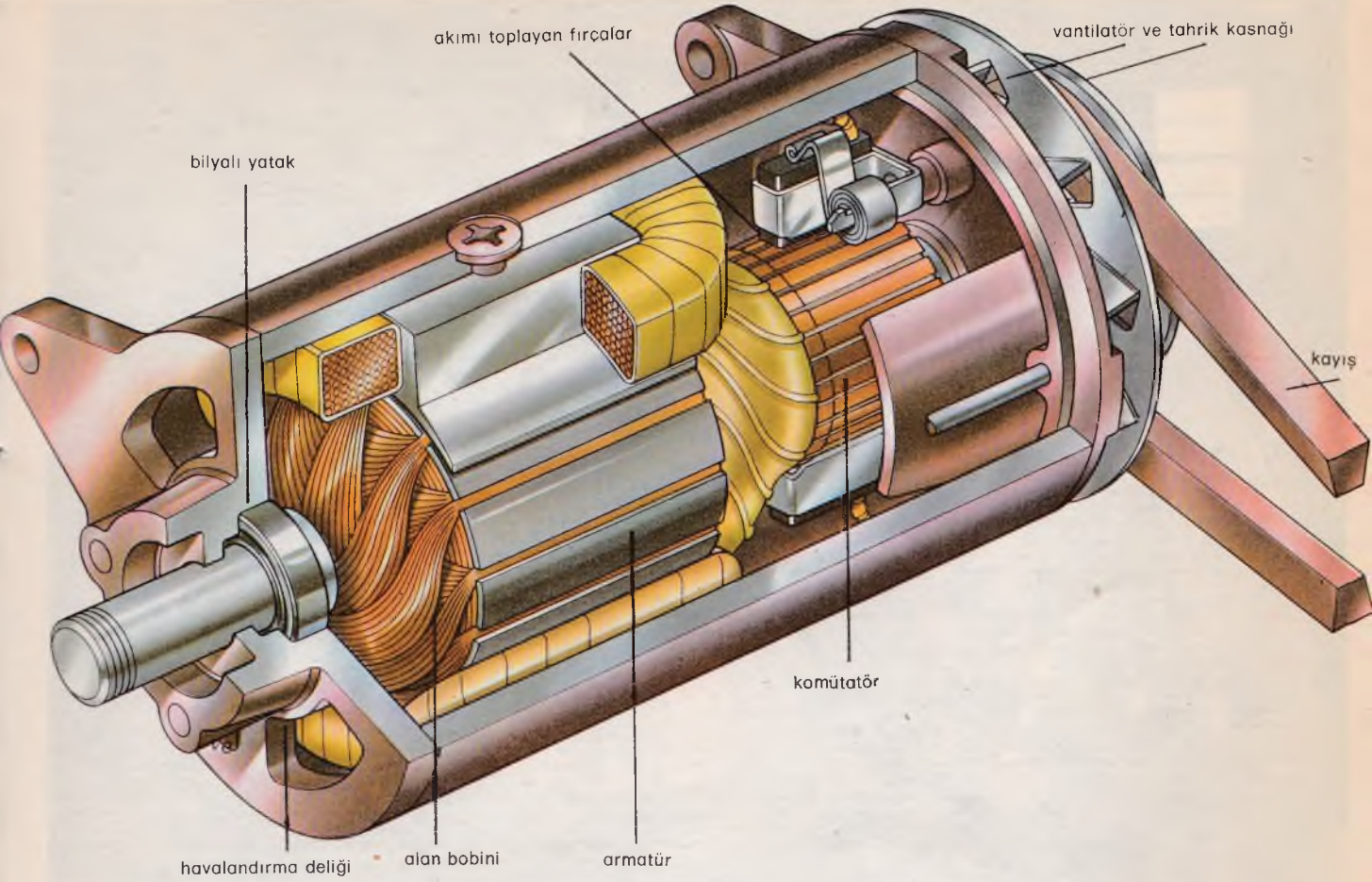
Temel ilkeleri: Tıpkı alternatörler gibi, dinamolarda da, Michael FARADAY'ın (1791-1867) ortaya çıkardığı ilkeden yararlanılır. Bir mıknatısın manyetik alanı içinde hareket eden bir iletkende, bir gerilim oluşur *(iletken indüklenir)*. İletkenin uçları herhangi bir kapalı ELEKTRİK DEVRESİ'ne bağlanırsa, bu indüklenmiş gerilim (elektriksel basınç), devrede bir akımın dolaşmasına neden olur.

Daha ayrıntılı bir açıklama için, ELEKTROMAGNETİZMA ilkelerini incelemek gerekir. Elektrik devresinde, akımın dolaşmasına, gerilim neden olur. Başka bir deyişle, gerilim ya da *elektromotor kuvvet* (EMK) nedeni, akım da sonucu oluşturur. Benzer biçimde, bir manyetik devreyi harekete geçirici «basınç», *manyetomotor kuvvet* (MMK) diye adlandırılır. MMK neden, *manyetik akı* da sonuçtur. Bir mıknatısın kuzey ve güney kutupları arasındaki ortamda, bir dizi manyetik *akı çizgisi* bulunduğu düşünülebilir. Bu çizgiler birbirlerine ne kadar yakınsa, *akı yoğunluğu* da o kadar fazla olur. Akı yoğunluğu, mıknatısın manyetomotor kuvvetine ve ortamın *manyetik geçirgenliğine bağlıdır* (Bk. MAGNETİZMA). Manyetik alan içinde hareket eden bir iletkende indüklenen elektromotor kuvvet, iletkenin akı çizgilerini kesme hızına bağlıdır. Dolayısıyle, indüklenen EMK, iletkenin hızının, akı yoğunluğunun ve uzunluğunun bir fonksiyonudur.

Yalın alternatör: Döner bir eksen (rotor) üstüne, kapalı dikdörtgen kesitli bir sargı yerleştirilir ve at nalı biçimindeki bir mıknatıs (stator), kuzey güney kutuplar arasında döndürülürse; şu olaylar ortaya çıkar: Sargının rotor eksenine paralel iki kolu, kuzey ve güney kutupları arasında bir hat oluşturunca, bunların akı çizgilerini kesme hızı en büyük değerdedir. Dolayısıyle kollarda indüklenen EMK sargıyı dolaşan akım en yüksek değerdedir.

Rotor 90° döndüğünde, kollar, o andaki akı çizgileriyle aynı doğrultuda hareket eder. Kollar hiç bir akı çizgisini kesmez ve hiç EMK indüklenmez. Halkadaki akım da sıfırdır.

Rotor 90° daha döndüğünde, akım çizgilerini kes-



Otomobillerde kullanılan bir dinamo. Dinamo genellikle motor gövdesine bağlanır ve ucundaki kasnaktan geçen pervane kayışı tarafından döndürülür. Kasnağın arkasındaki kanatlar, sarımları soğutmak için dinamonun içine hava üfleyen soğutucu bir pervane görevi yapar. Sarımların soğutulması, üstlerinden geçen yüksek akımla tellerin aşırı ısınmasına yolaçabilir.

me hızı, EMK ve akım, gene en yüksek değere ulaşır. Sargı 180° önceki duruma göre, tam ters duruma gelmiştir. Bu kez, indüklenen EMK ve akım, ters yönde ve en yüksek değerdedir. Rotor 90°'lik bir dönüş daha yaptığında, akım gene sıfır olur.

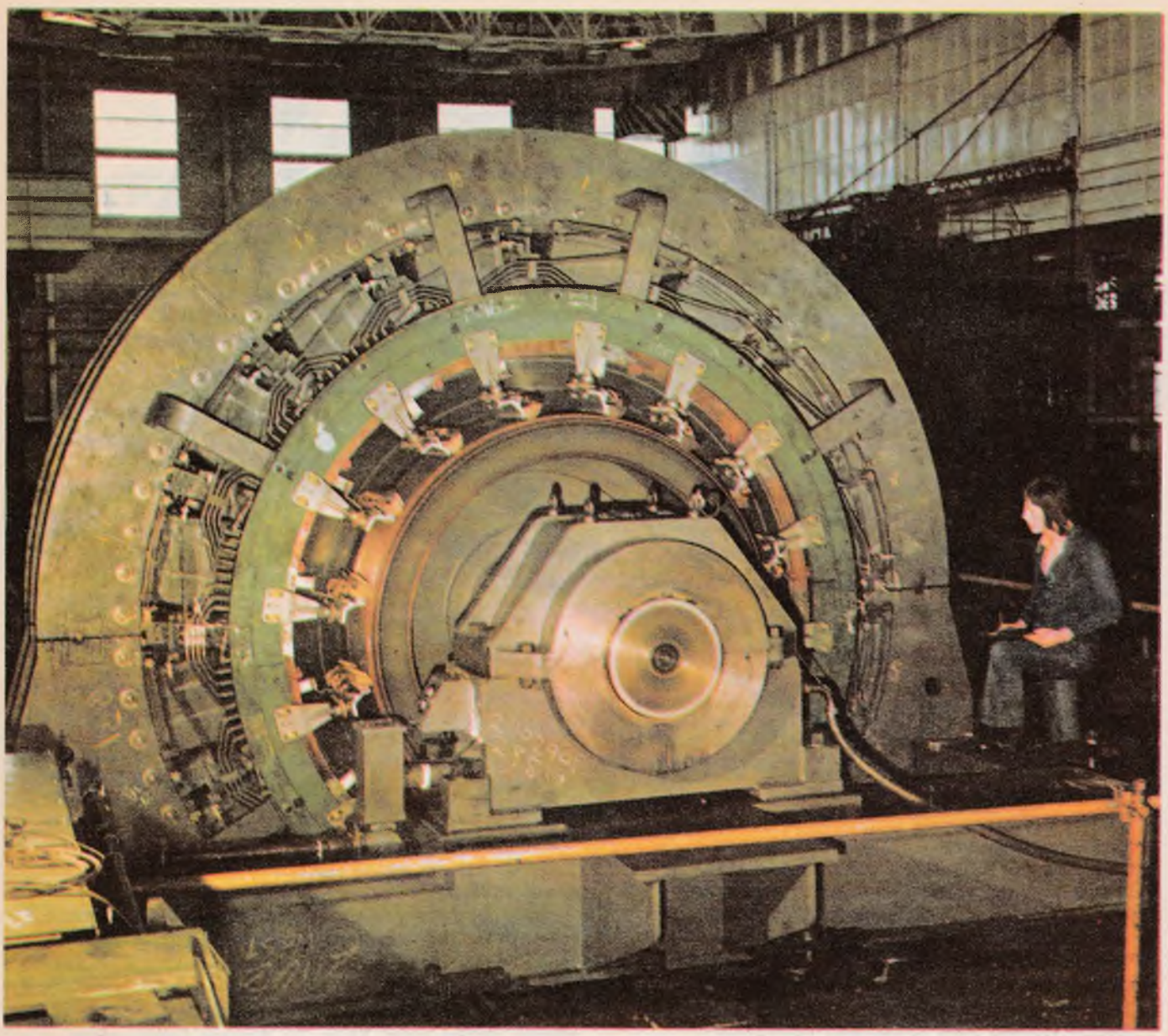
Sargı eksene yakın bir ucundan kesilip, rotor mili üstündeki bileziklere bağlanarak, bu alternatif EMK bileziklere değen fırçalarla alınıp bir başka elektrik devresi çalıştırılabilir. Alternatörün temel biçimi budur.

Alternatörlerden dinamolara: Dinamo yapmak için, rotorun çevresine bir dizi sargı yerleştirilir. Bu kez sargıların uçları, bilezikler yerine, bir komütatörün (bölümlendirilmiş döner bir bağlantı) parçalarına aynı sırayla bağlanır. Fırçalar, her kez yalnızca aynı sarımın iki ucuna değecek biçimde, karşılıklı kenarlara takılır.

Fırçalar, en çok akı kesme konumunda bulunan sargının uçlarına değecek biçimde yerleştirilerek, sargılarla bağlantının yalnızca bu noktada kesilmesi sağlanır. İndüklenen EMK, hep aynı yöndedir (yani bu bir doğru akım gerilimidir) ve hep elde edilebilen en yüksek değeri verir. Yalın bir dinamo böyle çalışır.

Dönüş hızının artırılmasıyla, fırçalardaki doğru akım gerilimi bir dereceye kadar artırılabilir. Dinamonun çıkış büyüklüklerini artırmanın bir başka yolu da, sargılardaki sarım sayısını artırmaktır; çünkü daha önce de belirtildiği gibi, indüklenebilecek EMK miktarı iletkenin uzunluğuna bağlıdır. Çalışma büyüklükleri, akı yoğunluğu yükseltilerek de artırılabilir. Bunun için birçok yöntem vardır. Bunlardan birincisi, daha güçlü mıknatıslar ya da elektromıknatıslar kullanmak, ikincisi, mıknatıs kutuplarını akı çizgilerini yoğunlaştıracak biçimde yerleştirmektir.

Magnetik alanı oluşturmak için elektromıknatıslar kullanıldığında, makinanın ürettiği elektriğin bir bölümü bunlar tarafından kullanılır. Çalışmaya başlarken elektromıknatıslar için gerekli olan akım, mıknatıslarda ve magnetik devrede kalmış magnetizmadan sağlanır.



3 350 kW'lık ve 66u voltluk bu doğru akım üreteci ya da dinamosu, dakikada 53 devirle çalışır. Üreteç, magnetik alanda hareket eden bir telde gerilim indüklenmesi ilkesine dayanarak çalışır. Resimde, bir mil üstünde, uçları bir komütatöre bağlanmış bir dizi sarımdan oluşan bir rotor görülmektedir. Elektromıknatıslar stator üstündedir (üstte)

DİNAMOMETRE

Güç, kuvvet ve enerji ölçen aygıtlara dinamometre denir. Sözgelimi, içten yanmalı motorların ya da elektrik motorlarının ürettiği beygirgücü ve elektrik devrelerindeki akım, gerilim ya da güç, dinamometreyle ölçülür. Otomobillerin denenmesinde de aracın tekerlekleri, Froude freni türünde bir dinamometreye bağlanmış büyük bir ruloyu döndürür. Hem mekanik, hem de elektrikli dinamometrelerin birçok çeşidi vardır.

Bir motorun çıkış milindeki beygirgücünü belirlemek için, dinamometre aracılığıyla, mildeki döndürme kuvveti ile mil yarıçapının çarpımı olan *döndürme momenti* ölçülür. Bu moment, milin dönme hızıyla (devir/dakika cinsinden) çarpılıp, 71 620'ye bölünerek beygirgücüne çevrilir.

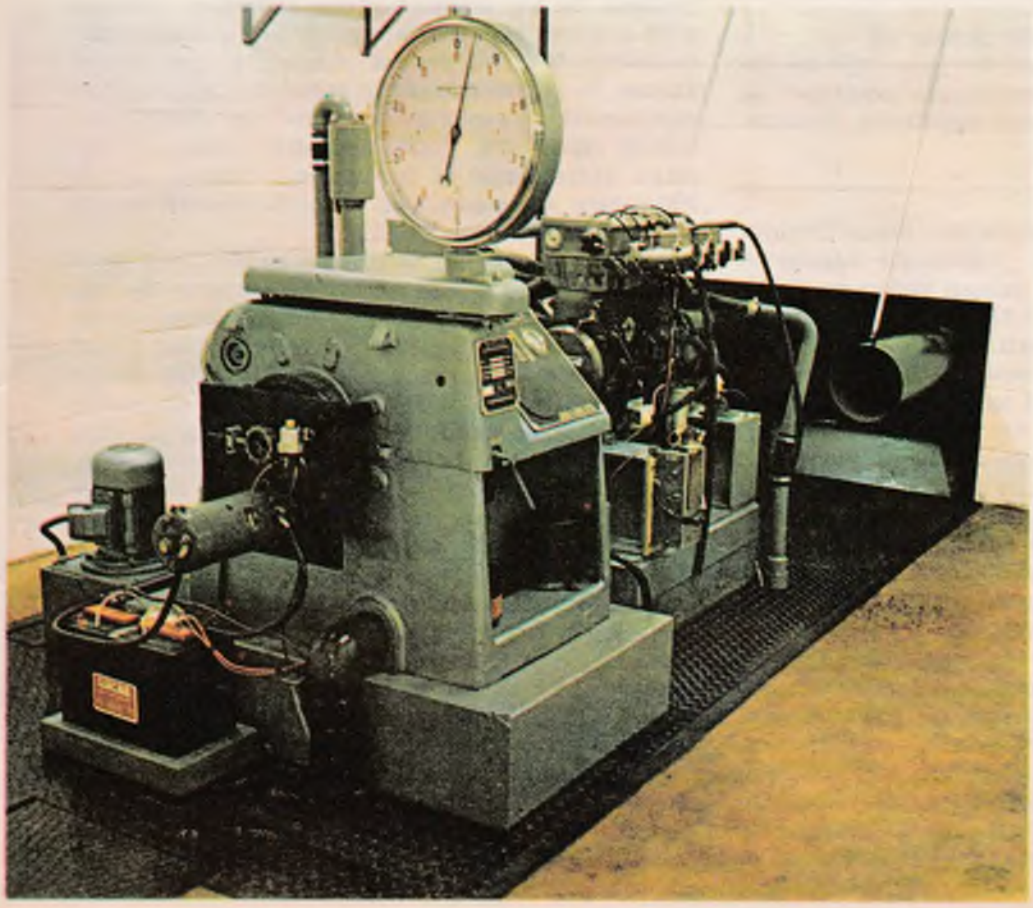
«Beygirgücü» deyimi XVII. yüzyılın sonlarına doğru James WATT tarafından ortaya atıldı. Watt, bir buhar makinasının gücünü bir atın gücü cinsinden belirtme çabasındaydı. Aslında bir beygirgücü, sıradan bir beygirin gücünden % 50 kadar fazladır. Bir beygirgücü 746 Watt, metrik beygirgücü ise dakikada 4 500 kg, yani 0,9 863 beygirgücü kadardır.

Fren beygirgücü (bhp), frenli dinamometreyle öl-

çülen beygirgücüdür. *Mil beygirgücü* (shp) ise, *transmisyon* dinamometresiyle ölçülür. Bazı ülkelerde otomobil vergileri, «beygirgücüne» göre ayarlanır. Ancak, motorun boyutlarına dayanan bu beygirgücü, motorun ürettiği gerçek beygirgücünü belirtmediğinden oldukça anlamsızdır.

İndike beygirgücü, motorda üretilen güçtür ve silindirlerde oluşan basınçtan hesaplanır. Ama bu gücün bir bölümü, sürtünme, vb. kuvvetleri yenmek için, motor içinde tüketildiğinden, üretilen indike güç, mile aktarılan güçten büyüktür. Motorun mekanik verimi, dışarı aktarılan gücün indike oranını, yüzde olarak belirtir (genellikle % 90).

Frenli dinamometre: Frenli dinamometrelere, ölçtükleri gücü soğurup yok ettikleri için bu ad verilir. En yalın türü, Gaspard de Prony'nin (1775-1839) bulduğu Prony frenidir. Bu aygıt 200 dev/dak hızda, 50 beygirgücüne kadar ölçme yapabilir. Gücü ileten milin döndürdüğü bir volan ya da tambur, ucu yaylı bir teraziye bağlanır. Öteki uca da bir ip ya da kayışla, tambura sarılmış bir ağırlık asılır. Mil dönmediği zaman yaylı terazinin okuduğu değer, ağırlık değeridir. Mil istenen hızla dönmeye başladığında, ip ile tambur arasındaki sürtünme, ağırlığı yukarı kaldırmaya çalışır, böylece terazide okunan değer azalır. Döndürme momenti, terazide okunan ikinci değerin birinciden çıkarılıp, elde edilen değerin tambur yarıçapıyla çarpılması sonucu elde edilir. Bu sonuç, fren



Makinaların çıkış gücünü ölçmede kullanılan frenli dinamometre ya da Prony freni. Volanın çevresine bir ucu ağırlığa, öteki ucu da yaylı teraziye bağlanmış bir ip asılmıştır. Mil döndüğünde, volan, ipe bir sürtünme kuvveti uygular ve ağırlığı kaldırır. İpteki gerilmede ortaya çıkan azalma, ölçekten okunabilir. Döndürme momenti, kaydedilen gerilmelerin farkı ile volan yarıçapının çarpımından hesaplanır. (üstte) Froude freninde denenen bir yarış arabası motoru. Bu tür dinamometreler, bu frenleri ilk düzenleyen William Froude'un (1810-1879) adıyla anılır. Froude inşaat mühendisi olmasına karşın, uygulamalı hidrodinamik ve gemi tasarımı üstünde çalışmıştır. (solda)

Edme Regnier'nin (1751-1825) yaptığı ilk dinamometrelerden biri. Aygıt, bir yaya bağlı bir ibre ve bir ölçekten oluşur. Yayın iki uzun parçasını birbirine yaklaştıracak biçimde uygulanan, kuvvetin değeri, ölçekten okunabilir.

beygirgücünü bulmada kullanılabilir. Prony freninin, tahta blokların sürtünmesi, bükülebilir bantlar ve başka sürtünmeli yüzeylerle çalışan türleri de vardır. Güç, sürtünme ile oluşan ısı biçiminde yiter; bu nedenle, frenleri soğutmak gerekir.

Froude ya da su freni, belli bir ölçüde dönebilen içi su dolu bir fıçı ile bunun içindeki denenecek motorun miline bağlanan bir rotordan oluşur. Rotor, suyu fıçıya doğru zorlar. Böylece döndürme kuvveti, su aracılığıyla fıçıya iletilir. Fıçıyı dönmekten alıkoymak için verilmesi gereken güç, yani çıkış momenti ölçülür; buradan da beygirgücü hesaplanır. Burada güç, suyun ısıtılmasına ve döndürülmesine harcanır. Bu tür frenlerle 10 000 beygirgücüne ve 25 000 dev /dakikalık hızlara kadar ölçüm yapılabilir.

Bir başka dinamometre türü de pervane frenidir. Bu aygıt, kanatların boyutlarına, sayısına ve ağız açısına bağlı olarak, pervaneyi belli bir hızda döndürmek için gerekli güç miktarının hesaplanabilmesi ilkesine dayanır. Böylece bir motorun gücü, büyük bir pervaneyi döndürmesini sağlama yoluyla hesaplanabilir. Güç, pervanenin attığı hava tarafından yutulur. Bu yolla 200 beygirgücüne ve 2 000 dev /dakikalık hızlara kadar güç ölçümü yapılabilir.

Döner millerin gücünü ölçmede kullanılan elektrikli dinamometreler, ya DC (doğru akım) üreteci, ya da elektromagnetik fren biçimindedir. Üreteç, denenen mil tarafından döndürülür ve milin beygirgücü, üretecin çıkış gücünden hesaplanır. Statoru serbestçe dönebilen bir üreteç de kullanılabilir. Motorun oluşturduğu kuvvetli elektromagnetik alan, statoru döndürmek isteyen bir karşı moment üretir. Statoru olduğu yerde tutmak için uygulanması gereken kuvvet miktarı (statordan uzatılan kola asılan ağırlıklarla sağlanır), milin verdiği güçle orantılıdır. Bu tür aygıtlarla 4 000 dev /dakikalık hızlarda, 30 000 beygirgücüne kadar ölçme yapılabilir.

Elektromagnetik fren (Foucault freni ya da magnetik fren de denir), mil tarafından bir stator içinde döndürülen, dişli bir metal diskten oluşur. Stator sargılarındaki akım, rotorda FOUCAULT AKIMLARI ortaya çıkarır. Bu da, statoru rotorla aynı yönde çevirecek biçimde bir elektromagnetik kuvvet oluşturur. Statoru dönmekten alıkoymak için gerekli kuvvet ölçülerek, mildeki döndürme momenti hesaplanabilir. Bu tür frenlerle 6 000 dev /dakikalık hızlara ve 3 000 beygirgücüne kadar ölçümler yapılabilir.

Transmisyon dinamometresi: Transmisyon dinamometreleri, güç kaynağı ile iş makinası arasına takılır ve böylece üretilen gücü hem iletir, hem de ölçerler. Makinaya verilen gücün ölçümüne gerek olan yerlerde, bu tür dinamometreler kullanılır. Ürettiği gücü gösteren bir elektrik motoru da bu amaçla kullanılabilir. Güç, bu motoru çalıştırmak için gereken akımın ve gerilimin ölçülüp, değerlerin beygirgücüne çevrilmesiyle hesaplanır. Jeneratör tipi dinamometrelerde olduğu gibi, ekseni üstünden yataklanmış bir stator kullanılarak ve bu statoru rotorla birlikte dönmekten alıkoymak için, verilmesi gereken kuvvet ölçülerek de hesap yapılabilir.

İş makinasına mil tarafından iletilen gücü ölçen burulma (torsiyon) dinamometreleri de, güç ölçmede kullanılır. Bu sistemde, mil güç iletirken ortaya çıkan burulma niceliğini ölçebilen, mile bağlı alıcı bobin, uzarölçerler (straingage) gibi, TRANSDÜKTÖR'ler kullanılır. Bunlarla 50 000 BG'ne ve 3 000 dev /dakikalık hızlara kadar ölçüm yapılabilir. Başka bir yöntem de, mil üstüne DİFERANSİYEL dişlileri takarak, planet dişlileri taşıyan çerçeveye etkiyen döndürme momentini ölçmektir.

Elektrik yoluyla ölçüm yapma: Elektrik akımının, geriliminin ve gücünün ölçülmesi, genellikle dinamometre tipi (elektrodinamik) aygıtlarla yapılır. Bu aygıtlar biri hareketsiz olan, iki bobinde ortaya çıkan magnetik alanların etkisiyle çalışır. Serbest bobin, bir eksen üstüne yataklanır. Ucuna da bir ibre konur. İbrenin ucuna akım geçmediği zaman sıfıra dönmesi için çok ince bir sarmal yay takılır.

Uygulamada elektrodinamik ampermetre ve voltmetreler, öteki türlerden daha pahalı ve daha az duyarlı oldukları için pek kullanılmazlar. Ama elektrodinamik wattmetreler, alternatif akımın güç ölçümünde yaygın olarak kullanılırlar.

DİREKSİYON DİŞLİSİ

Direksiyonun en yalın biçimi, atla çekilen araçlarda kullanılan tiptir. İki ucunda birer tekerlek bulunan, ortadan eklemli, uzun bir dingilden oluşur. Böyle bir direksiyon, yürüyüş hızında iş görür; ama birçok kovboy filminde görüldüğü gibi, yüksek hızlarda dönüş yaparken, dingiller arasındaki açıklık yüzünden, araç dengesini yitirir ve kolayca devrilir.

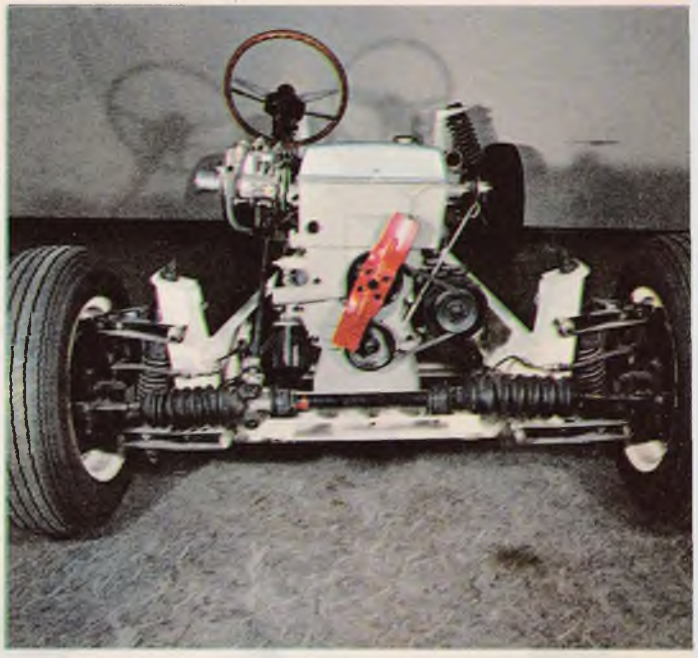
1818 yılında Lankensperger adlı bir alman,direksiyonun, şaftın uçlarına ayrı ayrı bağlandığı yeni bir sistem için İngiltere'den patent aldı. Dört tekerlek de, arka aks doğrultusu üstündeki bir noktanın çevresinde dönmekteydi. Bu düzenleme sonradan, patenti alan şirketin adıyla, yani Ackermann sistemi olarak tanındı. Gerçekte bu ilkeyle çalışan pek az araç bulunmasına karşın, Lankensperger sistemi unutulmamıştır.

Direksiyon mili: Modern taşıtlarda direksiyon simidi, üstü sert plastik ya da deriyle kaplanmış çelikten yapılır. Tekerlek göbeği,direksiyon miline kamalı olarak geçirilir (kamalar, tıpkı dişli dişlerine benzeyen uzun çentiklerdir). Direksiyon mili, aracın içinden ön bölümün altına doğru, direksiyon dişlisinin olduğu yere uzanır. Günümüzde direksiyon göbeği ve mili, güvenlik nedeniyle, kaza anında daha tehlikesiz olacak biçimde, yumuşak ya da çabuk ezilebilir gereçten yapılmaktadır. Direksiyon milinin alttaki ucunda, *direksiyon kutusu* yeralır.

Direksiyon kutusu: Direksiyon kutusunun işlevi, bir tür kaldıraç gibi mekanik yarar sağlamaktır. Çünkü, ön tekerlekleri döndürmek için gerekli olan güç, sürücünün doğrudan bir mekanizmayla uygulayabileceği gücün çok üstündedir. Dört çeşit direksiyon kutusu vardır.

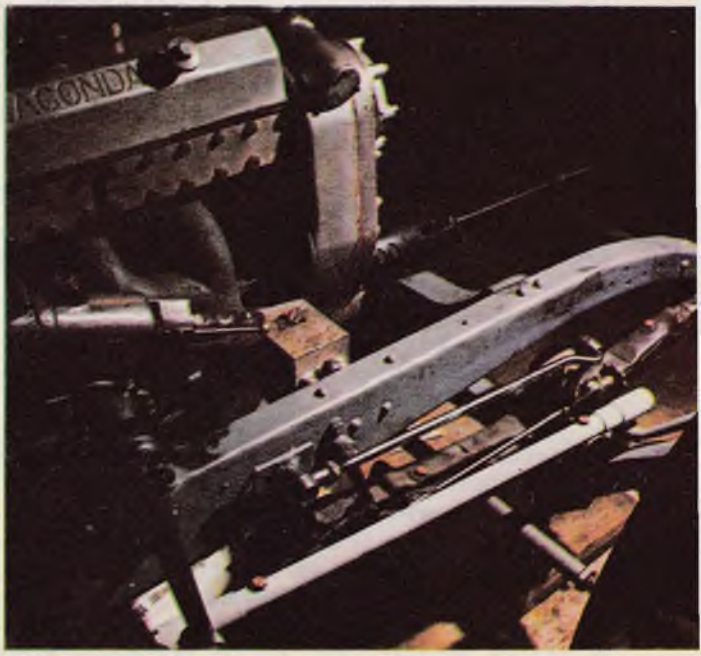
Saplamalı sonsuz vida sistemi, milin ucuna takılı geniş dişli bir sonsuz vida ile,bir manivelaya takılı saplamadan ya da sonsuz vidaya geçirilmiş bir somundan oluşur. Mil döndürüldükçe, saplama ya da somun, sonsuz vida üstünde aşağı yukarı hareket ederek manivelayı döndürür. *Kamlı* sistem de bunun değişik bir türüdür; burada saplamanın yerini, V biçimli sonsuz vidanın dişleriyle kenetlenen bir kam alır. *Döner bilyalı dişli* sistem, daha karışıktır. Somunun yerini,bir bilya yatağı alır. Sonsuz dişlinin oyuklarında, dişler yerine bilyalar döner. Yatak içinde bir ya da iki tane, boruyla (ya da borularla) uç uca bağlı oyuk bulunur. Bilyalar, bu boru aracılığıyla, yeniden sonsuz dişlinin başına dönerler. *Kremayer* sistemindeyse, milin ucundaki pinyon dişli, bir kremayerle kenetlenir.

Kremayerli tip dışında kalan bütün kutularda, hareketin direksiyon kutusundan tekerleklere uzanan direksiyon çubuklarına iletilebilmesi için, bir bağlantı sistemi gereklidir. Her yapımcı, gerekli bağlantı geometrisini kendine göre düzenler. Amaç, tekerleklerin yere dik bir konumda kalmasını (sözgelimi bir kasise vurduğunda) ve bağlantı sisteminin var olan boşluğa sığmasını sağlamaktır. Bu da, hareket ileten kol, baştaki kol ve ara çubuklardan oluşan birkaç bağlantının düzenlenmesi anlamına gelir. Söz konusu özellikler

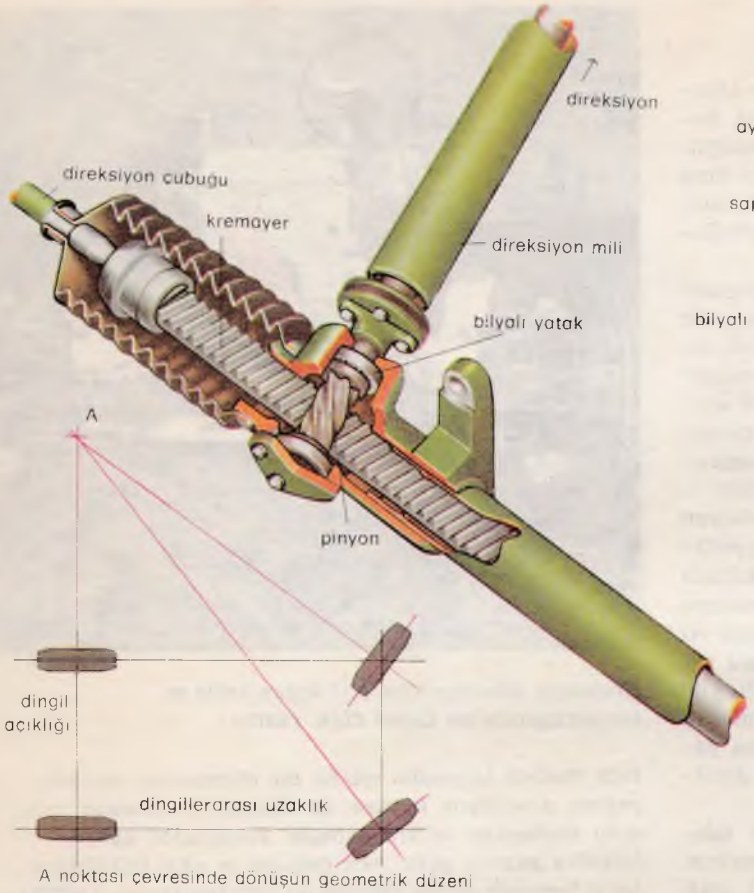


Kremayer direksiyonlu, çift üçgen kollu ve süspansiyonlu bir Lotus Elan. (üstte)

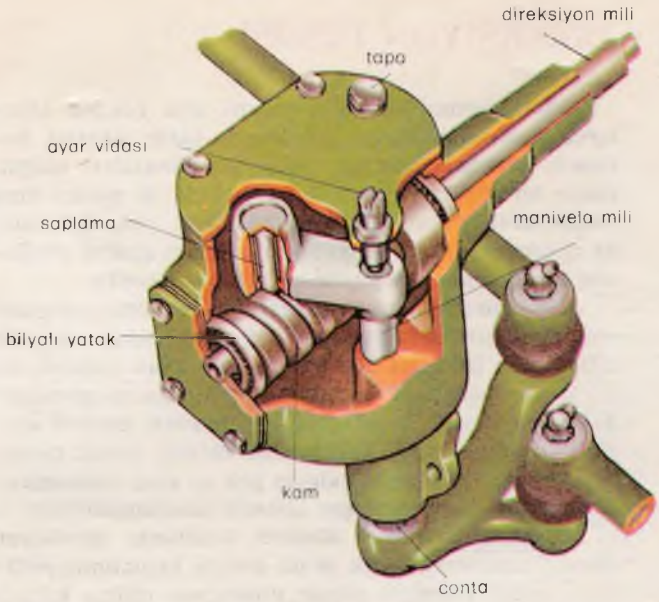
1929 modeli Lagonda marka bir otomobilin Marles yapımı direksiyon kutusu, direksiyondan uzanan kolu, arka bağlantısı ve ara çubuğu. Fotoğrafta ayrıca, tozluklu yaprak yayı, fren çubuğu ve aksı bükülmeye karşı koruyan germe çubuğu da görülmektedir. (altta)



göz önüne alındığında, kremayerli sistemin en üstün tip olduğu söylenebilir: çünkü bağlantısı çok yalındır: Dişli çubuğun iki ucundan uzanan iki ara çubuk, te-



A noktası çevresinde dönüşün geometrik düzeni



Soldaki şekilde Ackermann sistemi görülmektedir: Ön tekerlekler bir dönemeci alırken farklı açılarda dönerler. Bunun hemen üstünde, bütün modern küçük araçlara takılan kremayer sistemi yeralmaktadır. Sağda, kamlı ve saplamalı sistemden yalın bir kesit görülmektedir. Kam bir sonsuz vidadır; bunun bir türünde saplama yerine bilya kullanılır.

kerleklere bağlı olan direksiyon çubuklarına takılır. Kremayerli sistemin tek olumsuz yanı, dişli çubuğun aracın tam ortasını kaplayarak, öne motor yerleştirmeyi olanaksızlaştırmasıdır.

Birçok modern araçta, direksiyon bağlantıları, HAVALI DİREKSİYON'ların kullanılmasıyla daha da karmaşık hale getirilmiştir.

Direksiyon tekerlekleri: Araçlara yön vermede, tekerleklerin ve aksların yola göre açısı büyük önem taşır. Mobilyalara takılan küçük tekerleklerden de bilindiği gibi, tekerleğin yere yapışan yüzde merkez alarak döndüğü nokta, *king pin* ekseninin biraz gerisindedir. Bu aralığa *kaster* adı verilir. Böylece, araç düz giderken, tekerleklerin kendiliğinden düz durmasını sağlayacak bir kuvvet elde edilmiş olur. *King pin açısı*, tekerlek döndükçe aracı hafifçe kaldırmaya yarar. Böylece, tekerlekleri döndürmek için gerekli olan kuvvetten başka, ek bir kuvvet daha ortaya çıkar ve yön verme için gereken güç artar. Direksiyon kendiliğinden merkezlenmiş olur. *Kamber*, tekerleğin düşeyle yaptığı eğimdir. Tekerlek düzlemi ile düşey düzlem arasında kalan açıya da *kamber açısı* denir. Modern araçlarda, kamber açısı bir dereceden azdır ve genellikle pozitiftir (tekerleklerin üstü dışa yatıktır). Bunun amacı, tekerleklerin ağır yük altında ya da eksenin ve rulmanların hareketiyle, içe doğru yatmasını önlemektir. Kamber ayarına özen göstermek gerekir. Ön tekerleklerin eğimleri eşit değilse araç, kamberin fazla olduğu yana «çeker» ve lastik yıpranmaları farklı olur.

DİRENÇ

Direnç (rezistans), ENERJİ tüketimine yolaçan bir hareketi engelleyen etmen olarak tanımlanabilir. Birçok fizik sisteminde, herhangi bir hareketin ortaya çıkması için, o sisteme bir fiziksel etki uygulanması gerekir. Sözgelimi, mekanikte cisimlerin, elekt-

rikte elektronların hareketi, bir dış etmen sonucu ortaya çıkar.

Ne var ki, uygulanan fiziksel etki, sonsuz hareket sağlamaz. Sistemin içinde bu harekete karşı koyan etmenler vardır.

Elektriksel direnç: Bir metale elektromotor kuvvet (emk, birimi volt) uygulandığında, elektriğin İLETİM'i söz konusudur. Elektriksel iletim, bir madde içinden, negatif yüklü ELEKTRON'ların hareketi sonucu, bir elektrik akımı geçmesi demektir.

Bir iletkenden elektrik akımı, sınırsız serbestlikte geçmez. Hareket eden elektronlar ile maddenin atomları arasındaki çarpışmalar, elektron akımını engeller. Bu olaya *elektriksel direnç* adı verilir. Maddelerin elektron akışını engelleme derecesi farklıdır ve bu özellikleri *özdirençleriyle (rezistivite)* ölçülür.

Bir iletkenin, sözgelimi bir metal telin direnci, metalin özdirencine, uzunluğuna ve en kesitine bağlıdır. Direnç, telin boyuyla doğru, en kesitiyle ters orantılıdır. Arı metallerin dirençleri, sıcaklığa da bağlıdır ve sıcaklık arttıkça direnç de artar.

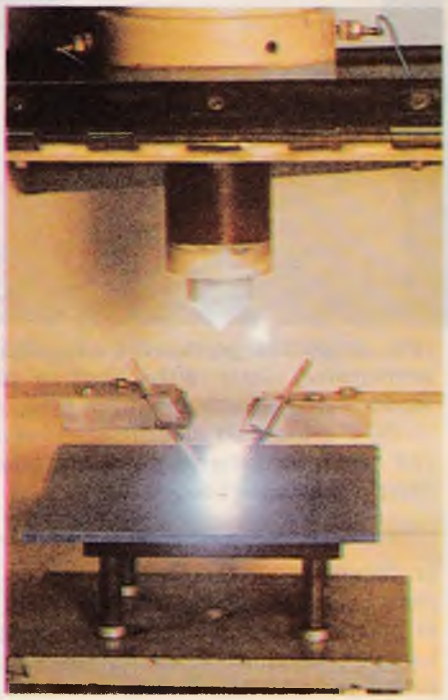
ALTERNATİF AKIM devresinde görülen direnç özelliğine, *empedans* adı verilir. Bu kavram, yukarda sözü edilen dirençten başka, kapasitif ve indüktif reaktansları da (Bk. ELEKTRİK DEVRESİ) kapsar.

1826 yılında OHM, değişmez sıcaklıkta bir iletkenden geçen akımın, uygulanan gerilimle orantılı olduğunu buldu. Bu orantı katsayısına (gerilim bölü akım), elektrik devresinin direnci ya da (alternatif akım kullanılıyorsa) empedansı adı verilir.

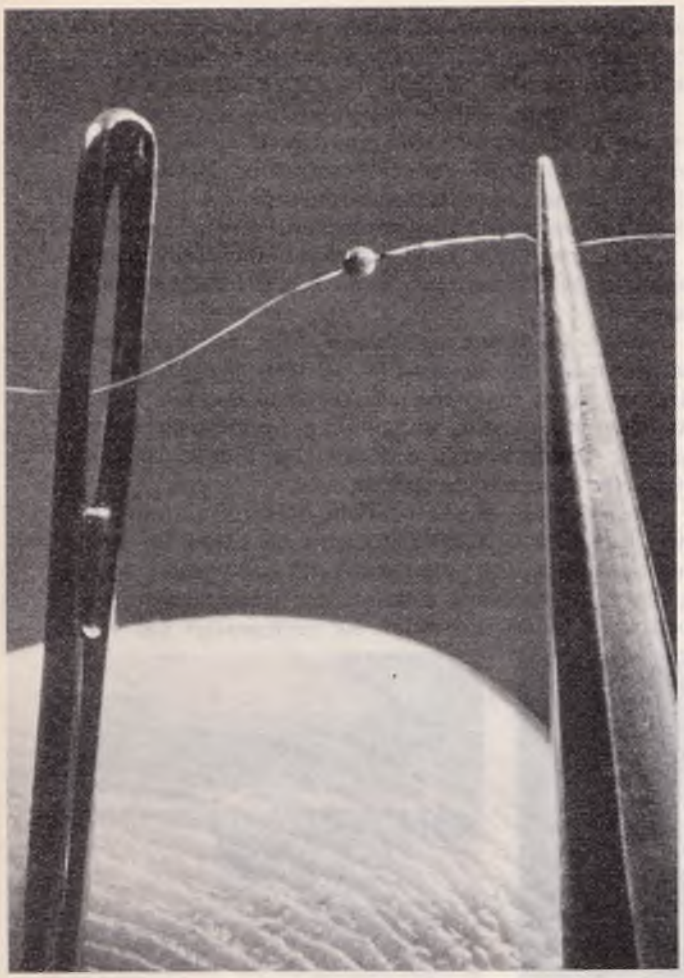
Bazı çok düşük sıcaklıklarda, iletkenlerin direnci de azalır, hattâ yok olur. Buna ÜSTÜN İLETKENLİK denir.

Magnetik direnç (relüktans) : Bir maddenin mıknatıslanması, bu maddenin içinden magnetik alan çizgileri ya da magnetik akı geçtiğini gösterir. Belirli bir magnetik alanın oluşturacağı mıknatıslanmanın şiddeti, maddeye göre değişir. Bu özellik, ortamın *magnetik duyarlığı*'yla ölçülür.

Bir ortamda mıknatıslanma, elektrik alanının etkisi (ELEKTROMAGNETİZMA ya da başka bir magnetik alanın etkisi), yani *magnetik indüksiyon* yoluyla oluşabilir. Ortamın mıknatıslayıcı etkiye gösterdiği tepkiye, o maddenin *magnetik geçirgenliği* adı veri-



Bır maddenin yüzey direncini ölçen deney düzeneği.(üstte) Bir yalıtkanda gerilim yırtılma deneyi. (solda) Maddenin bağ enerjisi aşıldığı ve elektronlar serbestçe hareket etmeye başladığı zaman, yırtılma olayı söz konusudur. Yalıtkanlarda yırtılmayı sağlamak için gereken enerji çok yüksektir. Yalıtkanlar elektronların hareketine karşı büyük direnç gösterirler.



İğne deliğinden geçebilecek küçüklükte bir termometre. (üstte) Nikel oksit ya da başka maddelerden yapılan bu küçük bilya, havada 300°C ile — 60°C arasındaki sıcaklıkları ölçebilir. Sıcaklıktaki çok küçük bir artış ya da düşüş, bilyanın direncini değiştirmeye yeterlidir.

lir. Magnetik bir ortamı tanımlamak için, çoğunlukla onun bağıl geçirgenliği belirtilir. Bağıl geçirgenlik, aynı magnetik alanın ortamda oluşturduğu akı yoğunluğunun, vakumda ya da havada oluşturduğu akı yoğunluğuna oranıdır.

Elektrik devrelerindeki elektromotor kuvvet gibi, magnetik akıyı oluşturan olay da magnetomotor kuvvet diye anılır. Magnetomotor kuvvetin, oluşan magnetik akıya oranına, devrenin *relüktansı* denir.

Elektrostatik direnç: İki metal levhanın arasına elektriği kötü ileten bir madde, yani bir YALITKAN yerleştirilirse, bir KONDANSATÖR elde edilir. Metal levhaların farklı potansiyelde bulunmaları ise, elektrik yükünü depolayan bir sistemin oluşmasına yolaçar ve yalıtkanın içinde bir elektrik alanı oluşur.

Bir maddenin, içinde oluşan elektrik alanının etkinliğini belirleyen özelliğine, o maddenin *yalıtkanlık değişmezi* adı verilir.

Kondansatörlerin içindeki elektrik alanının şiddeti, levhalar arasındaki potansiyel farkının, aradaki uzaklığa oranıdır ve birimi volt/metre'dir. Elektrik akısı, levhalardaki karşıt işaretli yükler arasında oluşan kuvvettir. Akı yoğunluğu ise, yük farkının metal levhaların yüzeyine oranıdır ve birimi coulomb/m^2'dir.

Maddelerin yalıtkanlık değişmezi, akı yoğunluğunu, akıyı oluşturan alan şiddetine bölme yoluyla bulunur. Maddeleri birbirine oranlamak için çoğunlukla bağıl yalıtkanlık değişmezleri kullanılır. Bu da, levhalar arasında söz konusu madde bulunduğu zaman ortaya çıkan sığanın, arada yalnız hava varken ortaya çıkan sığaya oranıdır.

Mekanik direnç (sürtünme): Birbirine dokunan iki yüzeyden biri hareket ettiği zaman, bu yüzeyler ne kadar düzgün olursa olsun, aralarında her zaman hareketi engelleyen bir direnç bulunur.

Yüzeydeki pürüzlerin birbirine takılması sonucu ortaya çıkan bu engellemeye, SÜRTÜNME adı verilir. Mekanik bir sisteme, iki yüzey arasında hareket oluşturma amacıyla kuvvet uygulanırsa, buna karşı, büyüklüğü yüzeylerin cinsine bağlı olan sürtünme kuvveti ortaya çıkar. Hareket oluşmadan hemen önceki değere, sürtünme kuvvetinin *sınır değeri* denir. Sistem harekete geçtikten sonra, bu hareketin sürdürülmesi için daha az kuvvet yeterlidir. Bu durumda da, yenilmesi gereken kuvvet, *kayma sürtünmesi* ya da *dinamik sürtünme* kuvvetidir.

İki yüzey arasındaki sürtünmeyi yenmek için gereken kuvvet, bu yüzeyleri birbirine bastıran kuvvetle orantılıdır. Bu kuvvetlerin oranı, o yüzey çifti için *sürtünme katsayısını* verir.

Akışkanlarda direnç (viskozite): Sıvı ya da gazlar hareket halindeyken, bu harekete karşı koyan iç sürtünme kuvvetleri ortaya çıkar. Akışı engelleyen bu dirence VİSKOZİTE denir. Sıvının kolay akması, viskozitesinin (ağdalılık) düşük olduğunu gösterir. Yağ gibi daha zor akan sıvıların viskozitesi yüksektir. Sıvıların viskozitelerini karşılaştırmak için kullanılan *viskozite katsayısı*, elektriksel özdirencin karşıtıdır.

Sıvılardaki iç direnç hareketleri, dıştan gelen her türlü kuvvete karşı koyan, moleküllerarası kohezyon kuvvetlerinin sonucudur. Sıvı moleküllerin, ısıtıldıkları zaman kinetik enerjileri artar ve kohezyon kuvvetleri azalır. Yani, sıvının sıcaklığı yükselince, viskozitesi azalır. Gazlarda ise viskozite, gaz moleküllerinin farklı hızlarla hareket etmesinden doğar. Gaz ısıtılınca moleküllerin hareketi artacağından, gazın viskozitesi de yükselir.

Sıvılardaki iç sürtünme kuvvetleri, katılar arasındaki mekanik sürtünme kuvvetlerinden çok daha küçüktür. Bu yüzden, katı yüzeylerin arasına çok ince sıvı tabakaları sürülerek, mekanik sürtünme azaltılabilir. Bu işleme YAĞLAMA denir.

Direncin önlenmesi: Fiziksel bir etkinin bir hareket oluşturması sonucu, bir iş yapılmış olur. İş için enerji gereklidir. Ancak, verilen enerji, istenen etkiyi ya da hareketi sağlamadan önce, harekete karşı koyan direnci yenmelidir. Yani, verilen enerjinin istenilen

sonucu sağlamak için, gereken enerjiden daha büyük olması gerekir. Aradaki fark, sistemin direncini yenmede kullanılır.

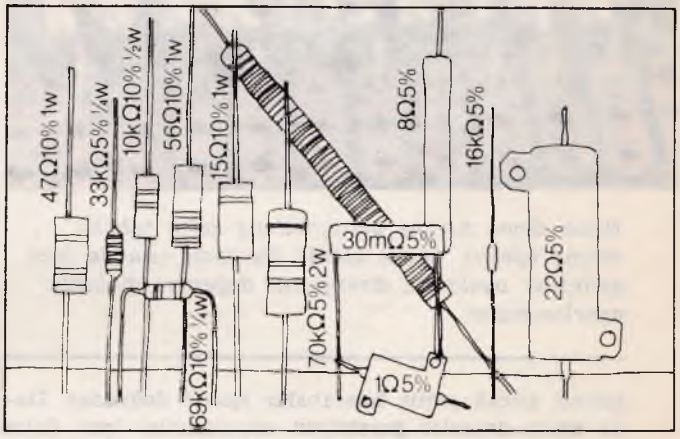
Direnci yenmek için kullanılan enerji, çoğunlukla başka bir biçime dönüşür. İçinden elektrik akımı geçen bir telde ısı ile ışık oluşmasının ve mekanik sürtünmeyle ısı açığa çıkmasının nedeni budur.

DİRENÇ ÖĞESİ

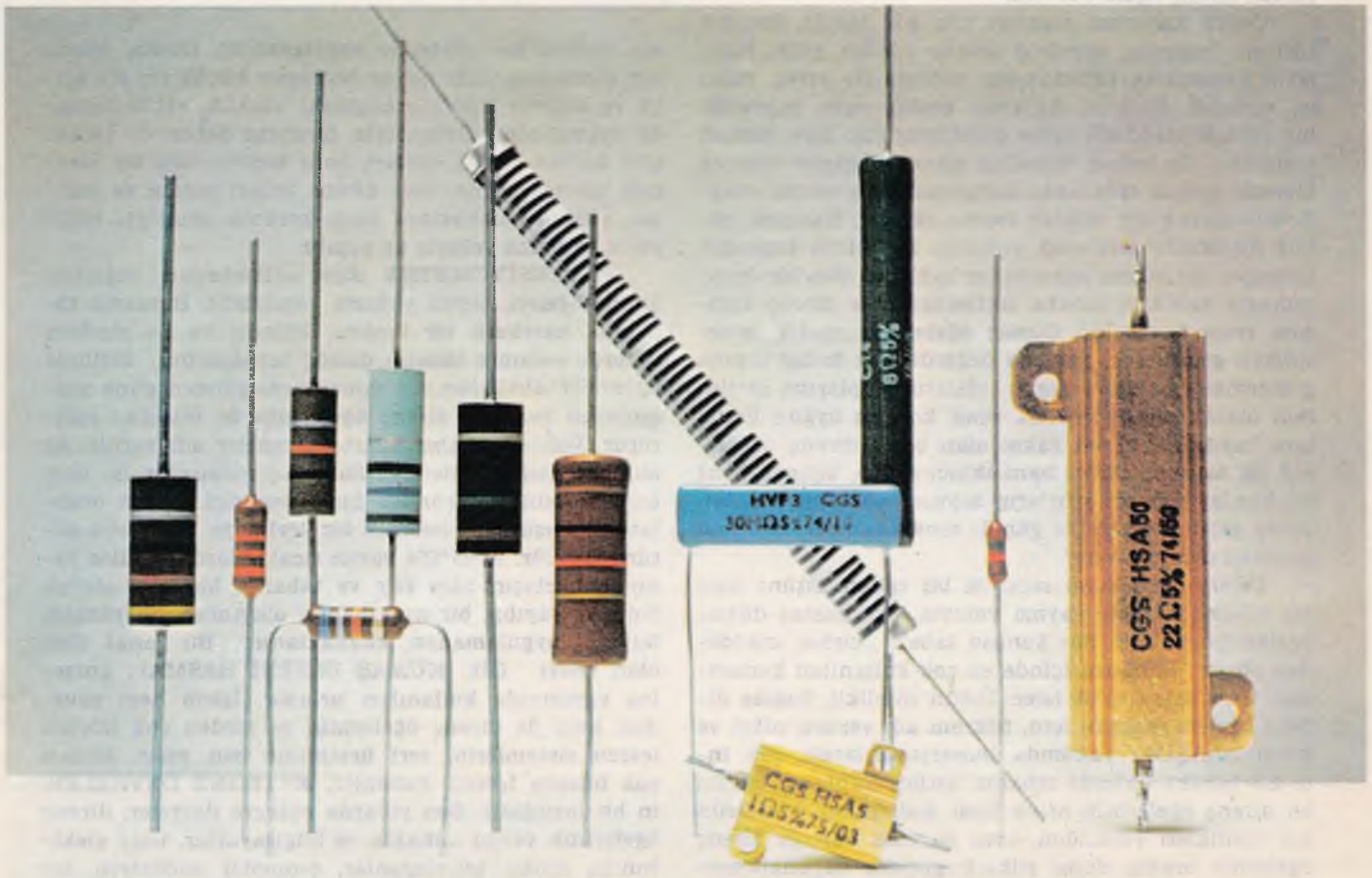
Direnç öğesi (rezistör), bir ELEKTRİK DEVRESİ'nde gerilim ile akım arasındaki bağıntıyı kurmada kullanılan aygıttır. Direnç öğesinin değerine, DİRENÇ adı verilir. Direnci ölçmede kullanılan birim ohm'dur. Direnç öğelerinin çoğu düzgün değişen türdendir, yani OHM yasasına uyar. Ama, bazı direnç öğeleri üstlerinden akım geçtiği zaman dirençlerini değiştirirler ve bu özellikleri nedeniyle, gerilim değişmelerine karşı, koruyucu olarak kullanılırlar.

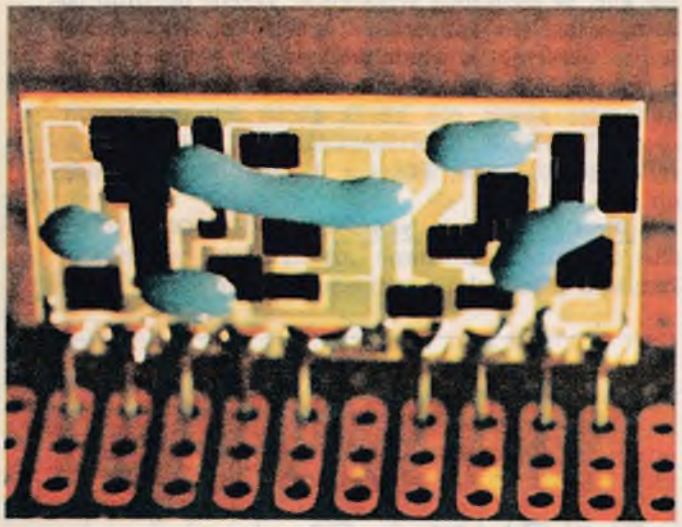
Bir direnç öğesinden akım geçtiği zaman tüketilen güç, ısı biçiminde açığa çıkar. Direnç öğesinin bozulmaması için yapısının, belirli bir GÜÇ (birimi *Watt*) değerine dayanabilmesi gerekir. Direnç öğeleri, çeşitli biçimlerde yapılır. Transistörlü radyolarda kullanılan türler, çok küçük güçler için yapılmıştır; oysa ELEKTRİK SANTRALLARI'nda kullanılan direnç öğeleri, birkaç kilovata dayanabilecek biçimdedir.

Direnç öğelerinin yapımı: ELEKTRONİK'in çeşitli dallarında da direnç öğelerinden yararlanılır. Bunların çoğu, yalın ve ucuz gereçlerden yapılır ve de-



Çeşitli büyüklük, değer ve yapıda direnç öğeleri 1/4 W'lık olan en küçük dirençler, düşük güç gerektiren yerlerde kullanılır. Daha büyük olanlar sırasıyla 1/2, 1 ve 2 W'lıktır. Daha yüksek güçlü dirençlere ısıyı dağıtma amacıyla metal kanatlar takılır. (sağda ve altta)





Basılı devre üstüne yerleştirilmiş kalın tabaka direnç öğeleri. (üstte solda) Bir laser ısınıyla ince girintiler oyularak, dirençlerin değerleri dikkatle ayarlanmıştır.

direnç öğesi renk kodu

renk	1. basamak	2. basamak	sıfırlar	tolerans
siyah	–	0	–	–
kahverengi	1	1	0	% 1
kırmızı	2	2	00	% 2
turuncu	3	3	000	% 3
sarı	4	4	0 000	% 4
yeşil	5	5	00 000	–
mavi	6	6	000 000	–
mor	7	7	0 000 000	–
gri	8	8	00 000 000	–
beyaz	9	9	000 000 000	–
altın rengi	–	–	–	% 5
gümüş rengi	–	–	–	% 10
renksiz	–	–	–	% 20

ğerleri ancak geniş toleranslar içinde doğrudur. Daha kesin değerler gerektiren uygulamalar için, daha pahalı direnç öğeleri üretilir.

Çeşitli kullanım alanları için çok sayıda üretilen türlerin başında, *kömürlü direnç öğeleri* gelir. Bunların yapımında yararlanılan yöntem ile gereç, yalın ve ucuzdur. Direnci sağlayan kesim, ısıya dayanıklı bir «dolgu maddesi» içine dağıtılmış çok ince karbon tozlarıdır. Bu tozlar, istenilen direnç değerini verecek biçimde uygun oranlarda karıştırıldıktan sonra, «bağlayıcı» olarak bir miktar reçine eklenir. Karışım, çubuk biçiminde preslenip, yalıtkan bir kılıfla kaplanır. Çubuğun iki ucuna bakır teller bağlanır. Son bir fırınlamayla yalıtkan tabaka sertleştirilir ve direnç karışımı iyice kurutulur. Direnç öğeleri, otomatik denetimden geçirilerek, gereken değerden ne kadar sapma gösterdiklerine göre, uygun tolerans gruplarına ayrılır. Son olarak direnç öğeleri, *renk koduna* uygun bantlara boyanır. Uca en yakın olan bant, direnç değerinin ilk sayısını, ikinci bant ikinci sayıyı, üçüncü bant ise bunları izleyen sıfırların sayısını gösterir. Bundan sonra gelen altın ya da gümüş renkli bantlar, direncin tolerans değerini verir.

Direnç maddesini seramik bir taban üstüne ince bir tabaka halinde yayma yoluyla, çok hassas direnç öğeleri yapılabilir. Söz konusu tabaka, birkaç maddeden oluşur. Bunların içinde en çok kullanılan karbondur. Onu kalay oksit izler. Üstün nitelikli, hassas direnç öğeleri yapmak için, Nikrom adı verilen nikel ve krom ALAŞIM'ı vakumda buharlaştırılarak, çok ince bir tabaka halinde tabanın üstüne kaplanır. Bütün bu direnç öğelerinin ortak yanı, kullanılan maddenin ısıl özellikleri yüzünden, aynı boydaki karbon direnç öğelerine oranla daha yüksek güçlere dayanabilmesidir. Bu direnç öğelerinin değerleri, «sarmallama» adı verilen bir yöntemle ayarlanabilir. Direnç öğesinin gövdesine, vida dişine benzeyen küçük bir yiv açılır ve böylece uçları arasındaki uzaklık, etkili biçimde uzamış olur. Dolayısıyle, direncin değeri de büyür. Çok hassas direnç öğeleri, boru biçimindeki bir seramik gövde üstüne, ince direnç telleri sarma ve bunları yüksek sıcaklıklara karşı koruma amacıyla emayeyle kaplama yoluyla da yapılır.

POTANSİYOMETRE diye adlandırılan değişken direnç öğeleri, çeşitli yollarla yapılabilir. Bunların tümünde hareketli bir iletken, tellerin ya da modern tiplerde seramik tabanlı direnç tabakasının üstünde kayar. Sır tabakaları, son zamanlarda günden güne yaygınlaşan yeni tip direnç öğelerinin de temelini oluşturur. Bunlara, *kalın tabaka* dirençler adı verilir. Az bulunan değerli metallerden olan rutenyum ile cam tozu ve selüloz türünden bir birleştirici, uygun oranlarda karıştırılıp, seramik bir levha ya da taban üstüne sürülür. 1 000°C'a varan sıcaklıklarda, selüloz yanıp buharlaşır, cam erir ve tabanın biçimini alacak biçimde yayılıp, bir sır tabakası oluşturur. Bu yöntem iki eski uygulamadan, kaynaklanır: Bir sanat türü olan baskı (Bk. KUMAŞ DESENİ BASMA); porselen yapımında kullanılan *sırlama*. İşlem hem ucuzdur, hem de direnç öğelerinin ve birden çok bileşen içeren sistemlerin, seri üretimine izin verir. Birden çok bileşen içeren sistemler, ENTEGNE DEVRELER'in bir örneğidir. Son yıllarda entegre devreler, direnç öğelerinin yerini almakta ve bilgisayarlar, uzay elektroniği, renkli televizyonlar, otomobil endüstrisi, tıp elektroniği gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

DİSTRİBÜTÖR

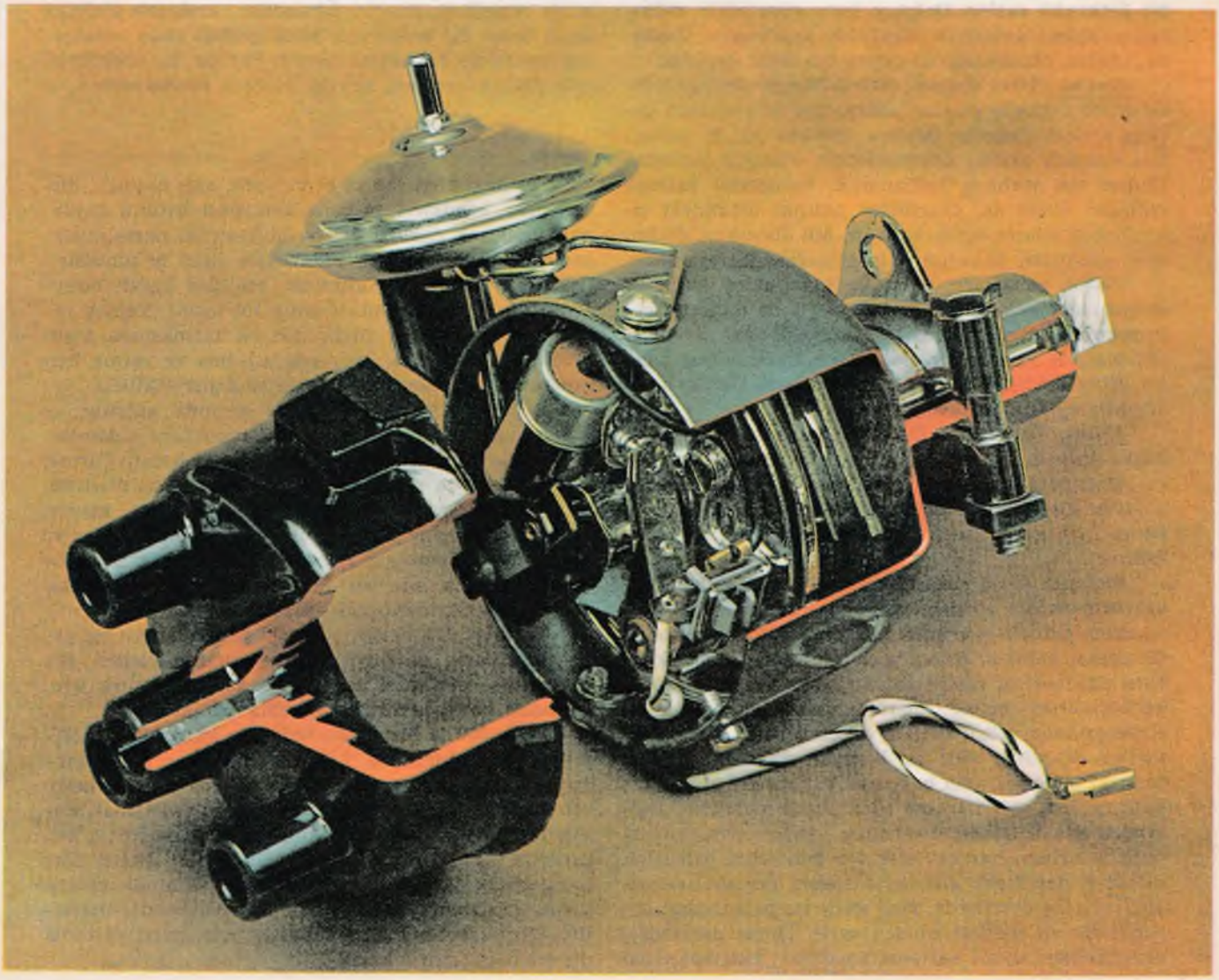
Otomobillerin çoğunda kullanılan İÇTEN YANMALI MOTOR'ların çalışma ilkesi, silindirlerdeki BUJİ'lerden her birine gerekli anda yüksek gerilim gönderilerek, benzin - hava karışımını ateşleme temeline dayanır. Bu yüksek gerilim, akümülatörün verdiği alçak gerilimden, İNDÜKSİYON BOBİNİ aracılığıyla sağlanır. Ateşlemenin, silindir ve supapların çalışmalarının en uygun anında gerçekleşmesi (yani *avansın* iyi ayarlanması) ve gerilimin bujilere, sırasına uygun olarak dağıtılması gerekir. Bütün bunları distribütör ayarlar.

Distribütör geliştirilmeden önce, manyetolar kullanılırdı. Manyeto, sürekli bir mıknatısla, akümülatöre gerek kalmaksızın yüksek gerilim üreten küçük bir jeneratördü. Ancak pahalı ve güvenilmezdi. Bu yüzden yeni bir sistem bulunması gerekti ve geliştirilen distribütör, 1940'lardan sonra yaygın olarak kullanılmaya başlandı.

Parçaları: Distribütörler, alt ucu ince, ortası ise daha kalın silindir biçimli, alüminyumdan bir kutu içine yerleştirilmiş, oldukça küçük aygıtlardır. İnce alt ucun çapı 2,5 cm, kalın bölümününkü ise 7,5 cm kadardır. Kam milinden tahrik edilebilmesi için, silindir bloğunun yanına yerleştirilir. Kam mili, supapları açıp kapatan külbütör çubuklarını çalıştıran mildir. Her ateşleme serisi için bir dönüş yapar. Distribütörün bu mile bağlanmasıyla, distribütör mili de, motorun hareketine mekanik olarak bağlanmış olur. Bu yüzden distribütörün gövdesi, ekseni çevresinde döndürülerek, avans ayarı değiştirilebilir.

Distribütör mili dönerken, üst ucundaki dağıtım kolu, tıpkı döner bir anahtar gibi, bujilere giden kab-

Modern bir distribütör. Resimde görülen siyah-beyaz kablo, kenarda platine bağlanan alçak gerilim kablosudur. Platinin yanında, kondansatör ile dağıtma kolu görülmektedir. Vakum avansı diyaframıysa, üstte görülen parlak kapağın içindedir.



ların bağlandığı uçları sırayla dolaşır. Aynı anda, distribütör mili üstündeki yüreğin çıkıntıları, alçak gerilim devresindeki platini açar ve ateşleme kıvılcımını oluşturur. Milin üstündeki yüreğin çıkıntılarının sayısı, silindir sayısına eşittir.

Ateşleme devresi: İyi bir ateşleme için, yaklaşık 30 000 Volt gereklidir. Bu gerilim, indüksiyon bobini yoluyla akümülatörden (genellikle 12 Volt) sağlanır. Alçak gerilim devresinin her kesilişinde, bir kıvılcım oluşur. Bu amaçla, alçak gerilim devresine bir *platin* yerleştirilmiştir. Distribütör mili döndükçe, bobinin birinci devresinden geçen akım kesilir. Böylece, devrenin her kesilişinde bir yüksek gerilim dalgası oluşur. Gerilimler, bir kabloyla distribütörün ortasındaki dağıtım koluna iletilir ve kol bunları sırayla, bujilere giden kabloların bağlandığı uçlara dağıtır. Kolun bu uçlara değmesi gerekmez (yoksa çok çabuk aşınır). Arada, gerilimin kolayca atlayabileceği küçük bir aralık bırakılır. İletken olarak, ortada yaylı bir karbon çubuk kullanılır. Karbon, hem yüksek gerilimi iyi taşır ve iletir, hem de dönen dağıtım koluyla çok düşük bir iletkenlik sağlar. Dağıtım kolu, distribütör milinden yalıtılma amacıyla bakalitten yapılmıştır. Üstünde, yüksek gerilimi ileten pirinç bir levha bulunur.

Platin: Platin sistemi, distribütör gövdesinin içinde, milin üstünde yeralan yatay, düz bir levhanın üstüne yerleştirilmiştir. Böylece «platin» ya da pabuçları, aşındığı zaman değiştirilebilir. Platinin pabuçlarından biri levhaya bağlanarak, hareketsiz kalması sağlanır. Öteki de, distribütör milinin üstündeki çıkıntılarca itilerek açılıp kapanır. Mil dönerken, üstündeki çıkıntılar, pabuçları itip ayırarak devreyi keser.

Platin pabuçlarının en uç konumları, bujilerde oluşan kıvılcımın süresini, dolayısıyle de motorun çalışmasını etkilediğinden, bu konumlar ayarlanabilecek biçimde yapılmıştır. Pabuçların arasına bağlanan bir KONDANSATÖR, pabuçlar açıkken küçük kıvılcım atlamalarını engeller.

Avans: Distribütör üstünde yapılması gereken bir başka önemli ayar da, avans ayarıdır. Bunun için önce, distribütörü kendi ekseni çevresinde döndürme yoluyla, en elverişli durum yaklaşık olarak bulunur. Sonra aynı işlem, daha duyarlı olarak, bir vidayla yinelenir.

Motorun devri yükseldikçe, en verimli çalışmanın sağlanması için ateşlemeye *avans verilmesi*, yani kıvılcımın, silindir çevriminde biraz daha erken oluşturulması gerekir. Bazı distribütörlerde, otomatik avans düzenekleri vardır. Bunlar, gaza basıldığı zaman karbüratörün emme manifoldunda daha çok hava emilmesinden ötürü oluşan vakuma bağlı olarak çalışırlar. Manifold ince bir boruyla, distribütörün üstündeki bir diyaframa bağlanır. Vakum değiştikçe, diyafram ileri geri hareket eder. Platinin üstüne bağlandığı plaka da bu diyaframa bağlı olduğundan, onunla birlikte hareket eder. Bu düzeneğin çalışması, motorun devrinden çok, gaza basma derecesine bağlıdır ve orta devirlerde, yani gaza yarım basıldığı durumlarda en verimli sonucu verir. Motor devrindeki değişikliklere uyum sağlama amacıyla, distribütör eksantriği, üstünde birbirlerine yaylarla bağlı denge ağırlıkları bulunan bir tablanın hemen altına yerleştirilir. Devir yükselince ağırlıklar, merkezkaç kuvvet yüzünden dışarı itilir ve platin daha çabuk açılır.

Yalıtma: Şasi ile aynı gerilimde olması gerekmeyen parçaların çok iyi yalıtılması gerekir. Alçak gerilimler için, küçük yalıtkan rondelalar yeterlidir. Yüksek gerilimler küçük aralıklardan kolayca geçebileceğinden, distribütör kapağı, bakalit gibi yalıtkan bir maddeden yapılır. İçeri su girmemesi için, bütün distribütörü kaplayan lastik ya da plastik bir koruyucu kullanılması doğru olur. Distribütör kapağının iç yüzünde ya da dağıtım kolunun üstünde, karbon tozlarından oluşan izler görülebilir. Bu karbon birikintileri temizlenmezse, oluşan gerilim azalır, hattâ aracın çalışması engellenir.

Son gelişmeler: Modern, yüksek güçlü otomobil motorlarında, mekanik sistemden çok daha pahalı, ama zamanlama ayarları daha duyarlı olan, elektronik ateşleme sistemleri kullanılır. Platinin yerini bobinler almıştır. Bobinlerden biri distribütörün çevresinde dönerken, ikincisi tabandaki hareketsiz plakaya bağlı kalır. İki bobin yan yana geldiği anda, elektronik devrelere bir sinyal iletilir. Bunlar da, ürettikleri çok yüksek gerilimi, sırayla bujilere gönderirler.

DİŞ HEKİMLİĞİ

Diş hekimliği, tıp ve cerrahinin, ağız boşluğu, dişler, çene kemikleri ve çene kemikleri üstünü kaplayan yumuşak dokular ile bu bölümlerin hastalıklarının önlenmesi, teşhisi, tedavisiyle ilgili bölümüdür.

Ağzın işlevi ve görünümü, özellikle dişler, bireylerin günlük yaşamında önemli rol oynar. Yemek yediğimiz zaman ağız, sindirimin ilk aşamasında, yiyeceklerin tadını alma, çiğneme, ıslatma ve yutma için kullanılır. Konuşmada da, ağız ve dişler etkilidir. Ayrıca, yüzün genel görünümüne katkıda bulunur ve gülümseme, yüz buruşturma gibi mimiklere katılırlar. Diş hastalıkları bu önemli etkinlikleri bozar. Çarpık, çürük ve bozuk renkli ön dişler ile sağlıksız dişetleri, yüzü çirkinleştirir. Bazı dişlerin yitirilmesi, kişinin yaşlı görünmesine neden olur, konuşmasını etkiler ve yemeklerini yumuşak yiyeceklerden seçmek zorunda bırakır. Ayrıca, ağız ve dişler, sinir uçları açısından zengin olduklarından, çok duyarlıdır.

Tarihçe: Diş ağrısı, çok eski zamanlardan bu yana, insanların en büyük korkularından biridir. Diş ağrısı, diş çürümesi ve diş yitimini önlemek için, yüzyıllar boyunca birçok çalışma yapılmıştır.

İ.Ö. 4 000'de Mısırlılar, tedavide kullanılan ilaçları sınıflandırdılar. İ.Ö. 2 000'de Çinliler, diş hastalıklarını bazı otlar ve akupunkturla tedavi ediyorlardı. İ.Ö. V. yüzyılda Yunanlılar, diş çekimini başlattılar. Romalılar, İ.S. I. yüzyılda çekim ve dolgu yapmayı başardılar, ayrıca yapay dişler geliştirdiler. Roma İmparatorluğu yıkıldıktan sonra bilim alanında ortaya çıkan gerilemeye bağlı olarak, diş tedaviside unutuldu. Yüzyıllar boyu diş hekimliği, Avrupa'da yalnızca diş çekimiyle sınırlı kaldı.

Bu alanda önemli bir atılım, ancak XVIII. yy' da gerçekleştirilebildi. O tarihten sonra da diş hekimliği, sürekli olarak gelişti.

Uyuşturma: 1844-1846 yılları arasında, Horace Wells ve W.T.G. Morton, A.B.D'nde diş çekimleri için, azot oksit ve eterle yapılan genel uyuşturmaya (genel anestezi) öncülük ettiler. Diş hekimliği için geliştirilen bu teknik, daha sonra cerrahiye de uygulandı ve bu alanda bir devrime yolaçtı.

Ağrısız diş hekimliğindeki bundan sonraki gelişme, yerel uyuşturmanın ortaya çıkması oldu. Şırıngalar ve içi boş iğneler, 1845'te bulunmuştu. Ne var ki, ilk yerel uyuşturma uygulaması, ancak 1884'te Halsted tarafından yapıldı. Halsted, deri altına kokain vererek, hastanın bilincini yitirmeden, ameliyat sırasında ağrı duymamasını sağladı.

Öteki önemli buluşlar: Ağrının denetim altına alınmasını sağlayan bu büyük buluşlardan sonra, diş hastalıklarının tedavisi ve dişleri onarma yöntemleri hızla ilerledi. DİŞ TUR AYGIT'larının hızını artırmak ve muayenehanelerde daha iyi aydınlatma sağlamak için elektrik kullanıldı. Mikroptan arındırıcıların, X ışınlarının, plastiklerin ve antibiyotiklerin bulunmasının yanı sıra metalürjideki, gereçlerdeki ve uyuşturuculardaki ilerlemeler, modern diş hekimliğinin ortaya çıkmasına yolaçtı.

Günümüzde diş hekimliği, yalnızca çürüklerin ve dişeti hastalıklarının tedavisiyle uğraşan bir dal olmaktan çıkmış, çok daha geniş bir alanı kapsayan bilimsel bir konu olmuştur.

Dişlerin yapısı: Sağlıklı dişler, alt ve üst çene kemikleri içindeki yuvalarında, güçlü lifler tarafından tutulan sert yapılardır. Dişin çeneye bağlanan bölümüne kök adı verilir. Taç ise görülebilen kesimdir.

Dişler, dört farklı dokudan oluşur: Mine; fildişi tabakası (dentin); dişözü; seman. Tacı kaplayan mine, minareller bakımından zengin, duyarsız bir tabakadır. Bedenin sert dokusunu oluşturur.

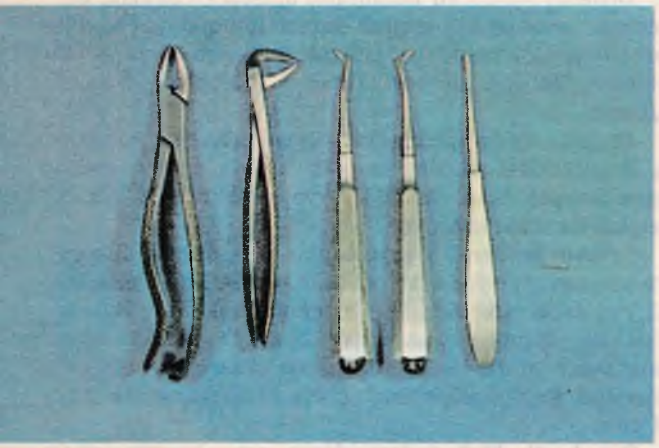
Dişlerin büyük bir bölümünü oluşturan *dentin*, borucuklar aracılığıyla dişözü yapısı içinden geçen bir sıvıdan gerekli maddeleri alarak beslenen duyarlı bir dokudur. Bu sıvı diş boşluğundan (dişözünü kapsar) sağlanır.

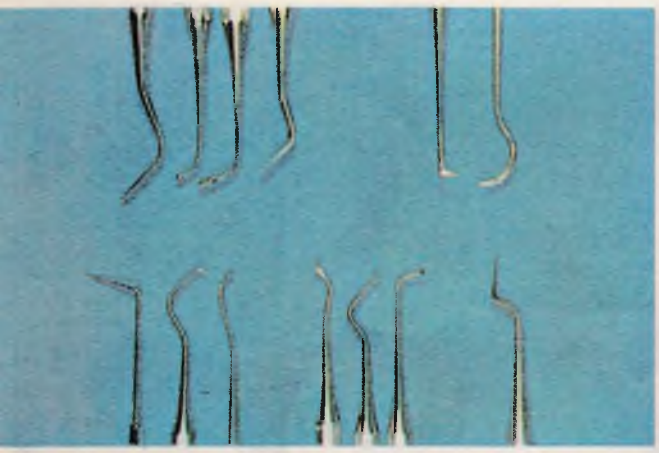
Dişözü, «dişin siniri»dir. Fildişi tabakası içindeki diş boşluğunda yeralır ve kök kanalı içinde aşağı doğru uzanır. Kan damarları ve sinir lifleri, kökler aracılığıyla dişözüne girer.

Seman, köklerin dışını kaplar. Diş destek dokusu tabakasının *(periodontal tabaka)* liflerine bağlanacak yer sağlayan, kemiğe benzer bir dokudur. Bu tabaka, dişi, kemik yuvası içinde tutar. Dişeti, kök boynunu sarar ve diş ile kemik yuvası arasına yemek artıklarının girmesinden ileri gelen iltihaplanmaya engel olur.

Ortodonti: Dişleri destekleyen çene kemiği, can-

Eski çağlarda bir diş çekimi. (üstte) Günümüzde, diş hekimliği, röntgen filmi gibi bilimsel araçlardan yararlanır. (sağda) Diş hekimi, her çürük dişi çekmek yerine, eski dolguları, yeni çürükleri, onarım gerektiren dolguları ve başka bozuklukları ortaya çıkarmak için önce, bir röntgen filmi çeker.





Diş hekiminin kullandığı araçlardan bazıları. (üstteki resimler) En üstteki resimde uyuşturucuyu şırınga etmek için kullanılan derialtı şırıngası görülmektedir. Modern diş hekimliğinde, genellikle hastaların çektiği tek ağrı, iğnenin batırılması sonucu ortaya çıkan kısa süreli acıdır. Bir kez kullanılıp atılan iğneler de vardır. En üstteki resmin en altındaki araç, diş hekiminin, görülmesi zor bölgeleri görmek için kullandığı ayna. Ortadaki resimde, çekim araçları yeralmaktadır. Alttaki resimdeyse, çeşitli türde, özel amaçlı sivri araçlar ve diş ekskavatörleri görülmektedir.

Modern bir diş muayenehanesi, (solda) Eşyalar, diş hekiminin bütün aygıt ve araç gerece rahatça erişebileceği biçimde yerleştirilmiştir.

lı bir maddedir. Dişlerin kullanılmasından doğan kuvvetler ve genel kas gerilmeleri tarafından biçimlendirilir. Olağandışı kuvvetlerin etkisi, dişlerin durumlarını değiştirerek, çarpıklıklar ortaya çıkarabilir. Bu tür düzensizliklerin önlenmesi ve düzeltilmesi, *ortodonti* adı verilen diş hekimliği dalını oluşturur.

Ortodontide, sürekli hafif basınç uygulama yoluyla, çenelerin yeniden biçim alması ve dişlerin başka yere kayması sağlanır. Bu amaçla, paslanmaz çelik yaylar, esnek bantlar ve vidalı bağlantılar kullanılır. Dişlerin aşırı sıkışık olduğu yerlerde, bazı dişler, kalanların doğru yerleşmesi için çekilebilir.

Diş çürüğü: Çürük, dişleri etkileyen en yaygın hastalıktır. Özellikle, şekerli ve karbonhidratlı yiyeceklerle beslenen gençlerde ve çocuklarda görülür.

Besin artıklarının diş yüzeyi üstünde birikmesine izin verildiği zaman, kir tabakası ya da diş plağı denen oluşum ortaya çıkar. Plak, çoğalan bakterilerle doludur. Bunlar, şekerleri parçalayarak, mineyi etkileyen kuvvetli asitleri üretirler. Bir süre sonra, mine bozulur ve korunmasız fildişi tabakasını başka bakteriler kaplar. Gerekli tedavi yapılmazsa, fildişi tabakası yumuşar ve çürük, dişözüne ulaşarak diş ağrısına yolaçar.

Bu evrede de tedavi edilmezse, dişözü (ve sinir uçları) ölür. Ağrının geçici olarak ortadan kalktığı görülür, ama iltihap, kökün altına doğru ilerler. Yeniden ağrıya neden olur ve çeneyi şişirir.

Tedavi: Dişin çürüyen bölümü çıkarılır ve ortaya çıkan boşluk, uygun bir dolgu maddesiyle doldurulur. Çürüğün boyutları her zaman gözle görülemez. Bu nedenle, bir röntgen filmi alınır. *Diş radyografisi* adı verilen bu teknik, çenelerin ve dişlerin muayenesinde, hastalık teşhisi için kullanılır.

Uygun bir ambalajla ışıktan ve nemden korunmuş olan fotoğraf filmi, ağzın içine, dişin arkasına yerleştirilir ve dışardan X ışını verilir. X ışınları, dişleri destekleyen kemiğin ve yumuşak dokuların arasından geçerek film üstünde, görüntüler oluşturur. Film, normal fotoğrafçılık yöntemleriyle banyo edildiğinde, dişlerin içindeki ve çevresindeki ayrıntılar ortaya çıkar.

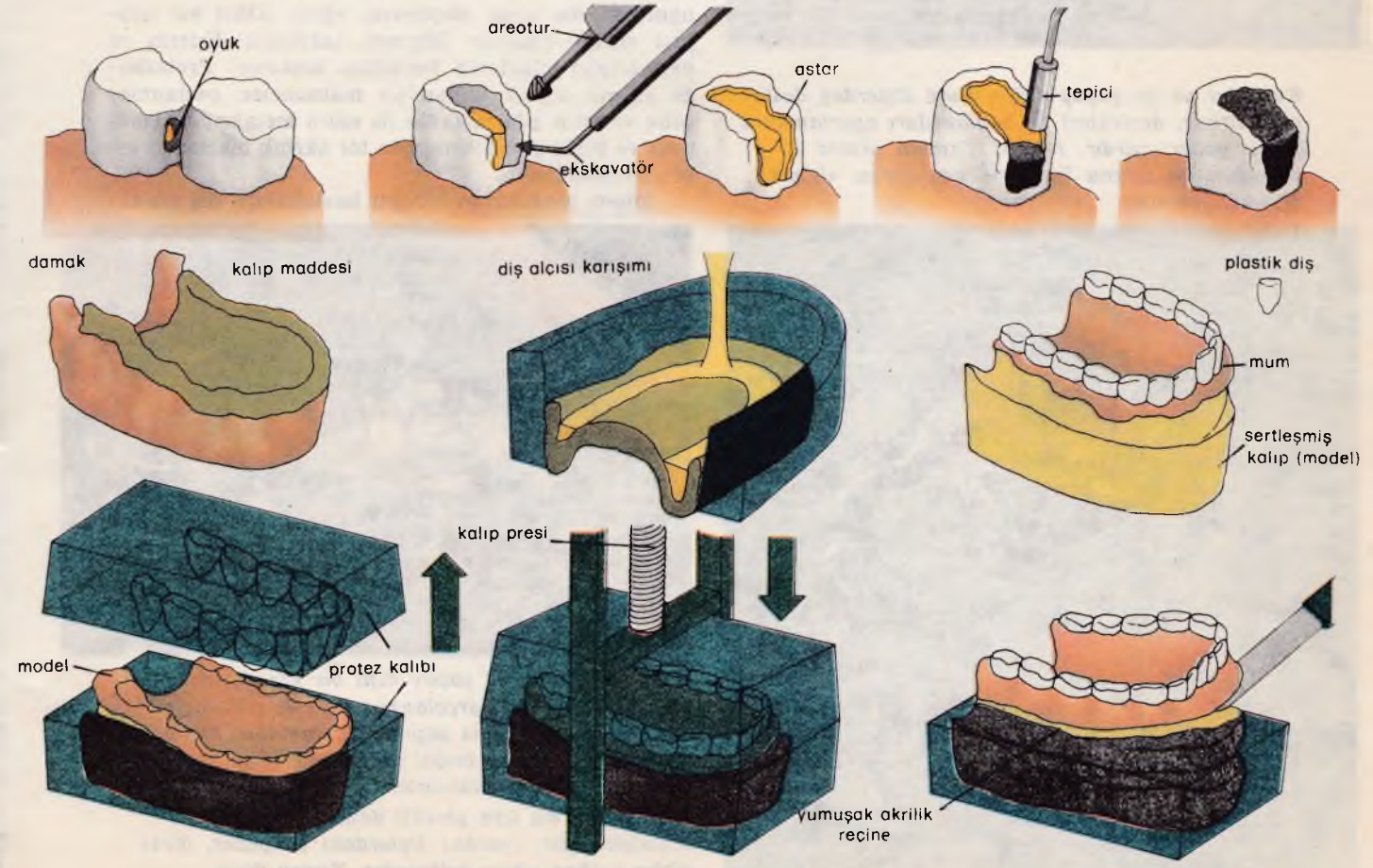
Çürüğün büyüklüğü belirlendikten sonra, uygun tedavi uygulanabilir. Önce diş, yerel uyuşturmayla geçici olarak duyarsızlaştırılır. Sonra, dişin yumuşamış ve çürümüş parçaları çıkarılır. Bu işlem, diş turaygıtı gibi araçlarla yapılır. Boşluk, istenilen sınıra kadar genişletilir. Diş çeperleri düzeltilir, ılık suyla yıkanır, havayla kurutulur ve koruyucu dolgu astarı yerleştirilir. Bu evrede genellikle, mikroptan arındırıcılar kullanılmaz; çünkü bunlar dişe zarar verir. Astarlama için çoğunlukla çinko fosfat dolgu maddesi kullanılır. Dolgu maddesi, toz ve sıvı bileşenlerin gerekli oranlarda karıştırılmasıyla hazırlanır. Sonra, boşluk içinde biçimlendirilir. Dolgu maddesi, dişin içini koruyan bir yalıtıcı astar görevi görür. Sözgelimi dişi, amalgamın kolayca ilettiği ısıdan korur.

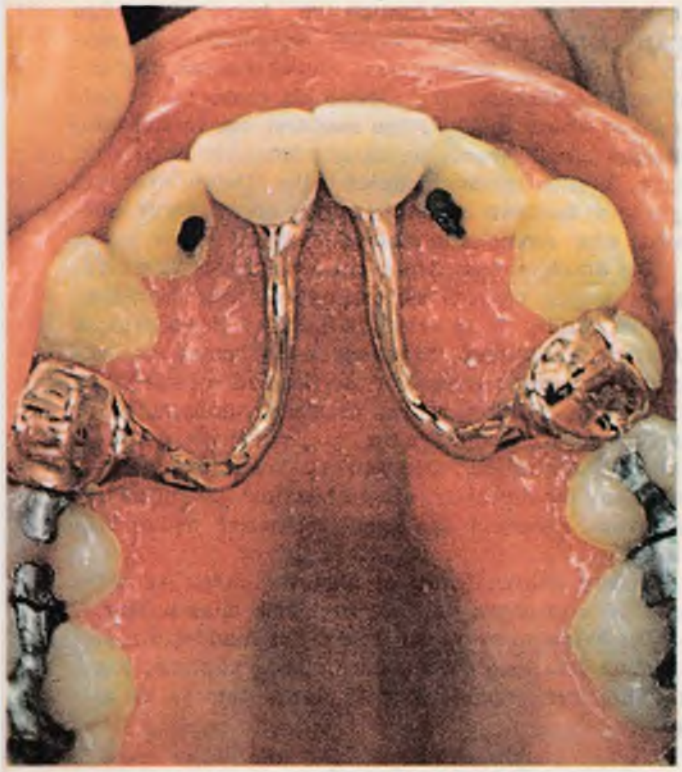
Diş amalgamları: Amalgam, cıva ile bir ya da daha çok sayıda metalin karışımından oluşur. Genellikle % 65 gümüş, % 25 kalay ile bakır ve çinko, cıvayla karıştırılır. Amalgam, başlangıçta diş boşluğuna doldurulacak kadar yumuşaktır. Sertleşmeden önce biçim verilir. Sertleştikten sonra, geçirgen olmayan billur bir yapı edinir. Aşınmaya ve ağız sıvılarının kimyasal etkilerine dirençlidir. Sertleşirken boyut değiştirmez. Bu önemli bir özelliktir; çünkü büzülme, dolgunun oynamasına, genleşme ise aşırı gerilmelere neden olabilir.

Birkaç dakika sonra amalgam sertleşir ve traşlanır. 24 saat sonra da, özel fırçalarla cilalanabilir.

Diş kaplama ve yapay dişler: Diş maddesinin aşırı ölçüde yitirilmiş olduğu durumlarda kaplama yapılır. Dıştacının yerine konan kaplama, tam ya da kıs-

Dolgu yapma. (altta) Oyuk ve çevresindeki bölgeler bir tur aygıtıyla ya da diş ekskavatörüyle temizlenir. Sonra oyuk astarlanır ve dolgu maddesiyle doldurulur. Protez yapımı: Plastik dişler, bir alçı damak modeli üstündeki mum içine yerleştirilir ve daha çok alçı içeren bir diş kalıbı içine konur. Diş kalıbı açılırken, dişler ve model, alçı içinde kalır. İki parça arasına yumuşak akrilik reçine basılır ve sertleşmesi için ısıtılır. Tamamlanan protez çıkarılır ve cilalanır.





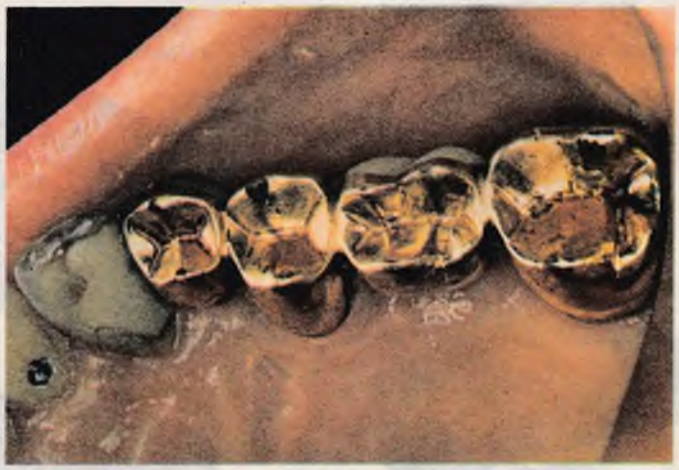
Kuronlar ya da yapay dişler, çevre dişlerden destek gerektirirse, destekleri ve bağlantıları ayarlamanın çeşitli yolları vardır. (üstte) Yapılan protez bir boşluğun iki ucunu birbirine bağlıyorsa, «köprü» diye adlandırılır.

mi olabilir. Bu amaçla genellikle altın ya da porselen gibi maddeler kullanılır. Kaplamalar, hazırlama sırasında, dişin kusursuz ölçülerinden yararlanılarak traşlanır. Altın istenilen biçimde dökülebilir. Ama, yumuşak bir metal olduğundan, başka metallerle alaşımlanarak, daha sert ve aşınmaya daha dirençli hale getirilir. Porselen kaplamalar seramik gerecin, fırında, ince platin tabaka üstünde ısıtılması yoluyla hazırlanır. Sonra, ince tabaka çıkarılır ve kaplama, çinko fosfat ya da başka dolgu maddeleri kullanılarak yerine yapıştırılır.

Dişler çekilmeleri gerekecek kadar çürüdüğünde, yerlerine yapay dişler ya da protezler konur. Yapay dişler tek olarak ya da grup halinde yerleştirilir. Gerektiği zaman, dişi (ya da dişleri), komşu doğal dişe (ya da dişlere) bağlayarak sağlamlaştıran hareketsiz bir köprü hazırlanabilir.

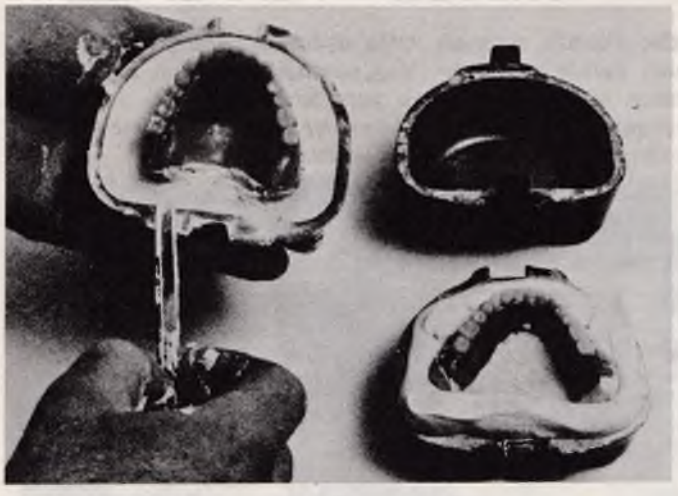
Birçok dişin ya da bütün dişlerin yitirildiği durumlarda, çoğunlukla üst ve alt damağın biçimine uygun olarak yapılmış bir plak üstüne yapay dişlerin yerleştirilmesiyle hazırlanan protezler kullanılır. Protez ölçüsü, diş ve damak üstüne yumuşak bir maddenin bastırılmasıyla alınır. Kısa bir süre sonra madde sertleşir. Böylece, diş ve damak biçiminin tam bir kopyası elde edilir. Bu kalıbın içine, krem yumuşaklığındaki diş alçısı dökülerek, ağzın ikinci bir kopyası ortaya çıkarılır. Böylece, takılacak dişlerin ve destekleyici plakların boyutları saptanır. Protezlerde yaygın olarak kullanılan malzemeler, paslanmaz çelik ve altın gibi metaller ile metil metakrilat (Perspeks ve Pleksiglas'a benzeyen bir akrilik malzeme) gibi plastiklerdir.

Dişeti hastalıkları: Dişeti hastalıkları, diş çürük-



Altın kaplamalı ve yapay dişli bir köprü. (üstte) Çok çürük ya da parçalanmış dişlere, eski biçimi vermek için kaplama yapılır. Kaplamalar, öngörülen yerlere yapıştırılır. Doğal görünmeleri için, porselenden de yapılabilirler.

Tek yapma diş için gerekli destek, ustalıkla tasarlanmıştır. (solda) Uçlardaki çengeller, öteki dişler üstüne sıkıca tutturulur. Yapay dişin arkasındaki büyük metal parça, ağzın içine otururak dişi doğru açıda tutar.



Resimlerde protez yapımındaki bazı aşamalar görülmektedir. Diş hekimi önce, küçük bir ölçü kaşığı içindeki yumuşak plastik maddeyi dişetlerine bastırarak, dişetlerinin ölçüsünü alır. En üstteki resim ilk kalıbı, dişetlerinin bir modelini yapmak için alçı ile doldurulurken göstermektedir. Ortadaki resimde birçift model vardır. Soldaki model, temizlenip düzeltilmiştir (hasta bütün dişlerini yitirmemiş). Bu modellerden yapılan bir mum takımla protez hastada denenir. Sonuç olumluysa, mum model, plastik ya da metalden gerçek bir protez yapımında kullanılır. Alt resimde mum modeller diş alçısı içine yatırılırken görülmektedir.

leri kadar önemli görünmemekle birlikte, 35 yaşın üstündeki kişilerde birçok dişin yitimine neden olur.

Dişeti iltihabı ve diş destek dokusu hastalıkları genel sağlık bozukluğuna (tedavi gerektiren) bağlı olabilir. Ama, en yaygın etmen, ağız temizliğine yeterli özenin gösterilmemesidir. Dişlerin arasını dolduran şeker ve bakteriler, *diş plağı* oluşturarak, dişetlerinde şişme ve kanamaya neden olurlar.

İlk evrede önlem alınmazsa, diş ile diş yuvası arası açılır ve bu aralığı sert diş taşları kaplar. Destek dokular, yavaş yavaş parçalanmaya başlar. Çoğunlukla ağrısız olan bu süreç sırasında herhangi bir tedavi uygulanmazsa, dişlerin yitirilmesi kaçınılmaz olur.

Koruyucu diş hekimliği: Koruyucu diş hekimliği, diş hastalıklarının ortaya çıkmaması için alınması gerekli önlemleri saptayan ve uygulayan bilim dalıdır. Eskiden diş hekimliğinin başlıca işlevi onarım işleriydi. Bu konu hâlâ önemini korumaktadır, ama günümüzde diş bozukluklarının nedenlerinin ortadan kaldırılması için de çalışmalar yapılmaktadır.

Ağızda ilk dişlerin çıkmasından önce, çocukların aldığı besinde yeterli miktarda flüor bulunursa, diş mineleri, aside çok daha dirençli ve kuvvetli olur. Bazı bölgelerde su, kendiliğinden flüor içerir. Ama, suyun bu elementten yoksun olduğu yerlerde, flüorün yapay yoldan katılması gerekir. Dişler çıktıktan sonra, mine üstüne doğrudan flüor çözeltileri, macunları ve cilaları uygulanabilir.

Ağızdaki zararlı bakteri (plak oluşturucu) oluşumu, şekerli yiyeceklerin çok miktarda alınması önlenerek, azaltılabilir. Plak oluştuktan sonra da, diş fırçası ve diş ipeği (diş aralarını temizlemede yararlanılan mumlanmış iplik) kullanılarak tam bir temizleme gerekir. Kürdanlar, dişler arasında birikmiş besin maddelerinin çıkarılmasında yararlıdır.

Normal diş yüzeyinde bulunan yarıklar ve çukurlar, kolayca çürümeye yolaçabileceğinden, sert, saydam bir plastikle doldurulmalıdır. Böylece, plak oluşumu önlenebilir.

DİŞLİ ÇARKLAR

Dişli çarklar, bir makinanın parçaları arasında güç aktarmaya yarayan dişli tekerleklerdir. Otomobillerde, saatlerde, takım tezgahlarında, hesap makinalarında, fotoğraf makinalarında ve günümüz yaşantısı içinde önemli yer tutan birçok mekanizmada yeralırlar. Dişli tekerleğin bulunması, önem açısından, tekerleğin bulunmasından sonra ikinci sırayı alır.

Dişli çarkların yalın olarak kullanıldıkları en önemli alan, İÇTEN YANMALI MOTOR ya da ELEKTRİK MOTORU gibi bir güç kaynağından, iş miline (sözgelimi otomobillerdeki pervane miline ya da bir takım tezgahının miline) hareket aktarmaktır. Birbirine geçmiş iki dişliden büyüğüne *dişli*, küçüğüne *pinyon* denir. Küçük çark büyüğünü döndürüyorsa bu, *hız düşürücü* bir sistemdir; büyük çark küçüğünü döndürüyorsa, sistem *hız artırıcı*dır. Çarklar, genellikle hız artırmak için değil, düşürmek için kullanılır;

çünkü, sözgelimi bir elektrik motorunun hızı, kullanım için çok yüksektir.

Dişli çarkların, bir başka önemli işlevi de, makinalarda gerekli *dişli oranlarını* sağlamaktır. OTOMOBİL'lerdeki üç ya da dört ileri vites dişlisi ve TORNA tezgahındaki geniş kesme hızı aralığı, buna birer örnektir. Dişli oranı, bir dişli çark üstündeki diş sayısının, öteki çarktaki diş sayısına oranıdır ve sistemdeki hız düşmesinin ya da artmasının ölçüsüdür. Sözgelimi, küçük çarkta (pinyon) 20, büyüğünde 60 diş varsa, dişli oranı 1/3'tür. Yani küçük çarkın her üç turunda, büyük çark ancak bir tur döner. Küçük çark üstündeki dişler, büyük çark üstündeki dişlerden daha çok iş yaptıkları için, daha kısa sürede yıpranır. Bunu önlemek için, küçük çarklar, büyüklere göre daha sert bir maddeden yapılır.

Bir dişli bir başkasını döndürürken (dişlilerden biri, içten dişli olmadıkça), dişliler birbirine ters yönde dönerler. Dişli çarkların aynı yönde dönmeleri istenirse, ikisinin arasına *avara dişlisi* denilen bir üçüncü dişli yerleştirilir. Avara dişlileri bazen, DİŞLİ KUTUSU'nda geri vites için kullanılır.

Dişli anma büyüklükleri: Birlikte dönen iki dişli, yüzeyleri birbirine değen iki dişsiz tekerlek gibi düşünüldüğünde, her tekerleğin çapı, o çarkın *nominal çapı* ya da *ortalama çapıdır*. Dişin, bu çapın dışına taşan bölümüne *diş üstü*, içinde kalan bölümüne de *diş dibi* denir. *Diş dibi çapı*, çarkın dişlerinin dibinden ölçülmüş olan çapıdır. *Hatve* ise, ortalama çap üstünde de, iki dişin benzer noktaları arasında ölçülmüş olan uzaklıktır. Buna *nominal hatve* denir. Hesaplama kolaylığı için *çapsal hatve* denilen bir ölçüm daha kullanılır. Bu da, nominal çember üstünde, bir inç' teki (2,54 cm) diş sayısıdır.

Diş boşluğu, birbirine geçen iki dişli arasındaki boşluktur ve iki diş arasındaki uzaklık ile bu iki diş arasına giren karşı dişin genişliği arasındaki fark olarak tanımlanabilir. İki dişli arasındaki boşluk, çark merkezlerinin birbirinden uzaklığı değiştirilerek ayarlanabilir. Bir dişli sistemi için gerekli olan boşluk, dişlilerin tasarımında belirlenir. Bu nedenle de, merkezlerarası uzaklık, istenilen tolerans aralığında kalmalıdır. Boşluk gerekli biçimde ayarlanmamışsa, sistem gürültülü olur, gereksiz enerji harcanır ve yıpranma hızı artar. Boşluk çok az olunca da, sistem aşırı ısınır. Genellikle boşluğun hesaplanmasında, çalışma hızı ve yağlayıcı madde için gerekli aralık göz önüne alınır. Yavaş çalışan dişlilerde, daha az boşluğa gerek vardır. Boşluğun en aza indirildiği sistemlerin yapımı ve takılması çok pahalı olduğundan, yalnızca çok duyarlı mekanizmalarda kullanılır. Birkaç çeşit dişli sistemi vardır. Bunlar şu sınıflarda toplanabilir: *Alın dişli; konik dişli; helisel dişli; sonsuz vida.*

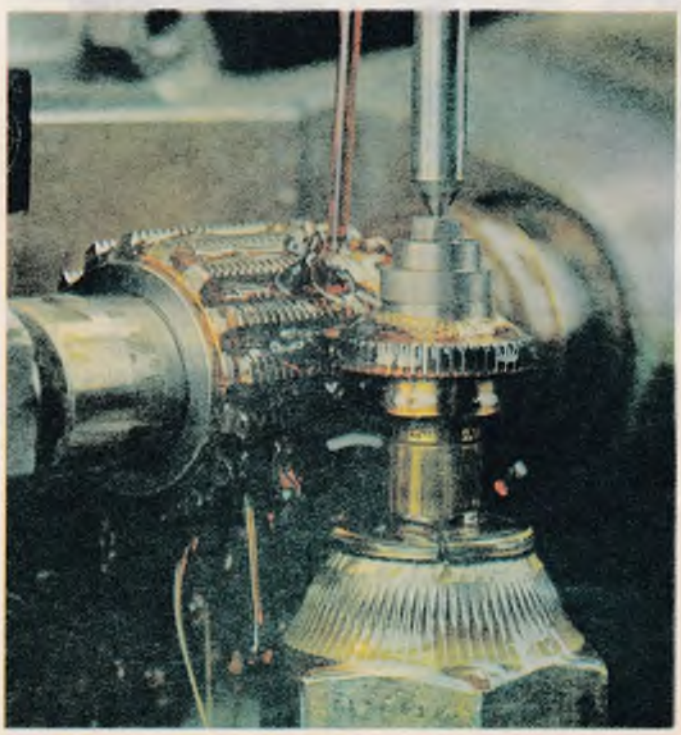
Alın dişli: En yaygın dişli türüdür. Dişleri düzdür. Paralel ya da aynı eksen üstündeki millerde, güç aktarımında kullanılır. Verimleri % 95'in üstüne çıkabilir.

Dişlerin yüzleri, profilden bakıldığında bir *evolvent* eğri çizer (evolvent eğri, bir silindire sarılı ipin gergin tutularak, yavaş yavaş açılması sırasında, ip üstündeki bir noktanın çizdiği eğri olarak tanımlanabilir). Dişlerin yüzleri eğrisel olmalıdır; yoksa dişlilerin çalışması gürültülü olur, yıpranma çabuklaşır ve sistemdeki titreşim artar. Evolvent eğri çok kullanışlıdır. Çünkü mil merkezleri arasındaki uzaklıklar bir miktar değişse bile, bu eğriye göre açılmış dişler ile gene bu eğriye uygun olarak açılmış öteki dişlinin dişlerine, aynı ölçüde güç aktarılabilmektedir. Nominal çember üstüne düşen dişin yüzündeki nokta, gücün en verimli biçimde aktarıldığı noktadır. Diş yüzeyinin kesin biçimi, dişli çarkın *diş dibi çemberi*nden hesaplanır. Diş dibi çemberi, nominal çemberin tam altındadır ve dişin tepesinden uzanan evolvent eğrinin bittiği noktada yeralır. Dişin kenarı, dışbükey bir eğriyle diş dibine iner.

Alın dişlilerden oluşan bir sisteme, PLANET MEKANİZMASI adı verilir. Planet mekanizması, büyük bir güneş dişlinin çevresinde ve aynı zamanda daha büyük bir iç dişlinin içinde dönen, küçük bir (ya da daha çok) planet dişliden oluşan sistemdir. Bir planet mekanizmasında, birden çok dişli oranı elde edilebilir. Bunun için, çarkları çıkarmadan, sistem bileşenlerini çeşitli biçimlerde düzenlemek yeterlidir. Bu, bisiklet viteslerinde, OTOMATİK TRANSMİSYON'da ve başka yerlerde kullanılır.

Üstüne evolvent dişlerin oyulduğu düz çubuğa *kremayer* adı verilir. Bir *kremayer sistemi*, çubuğun

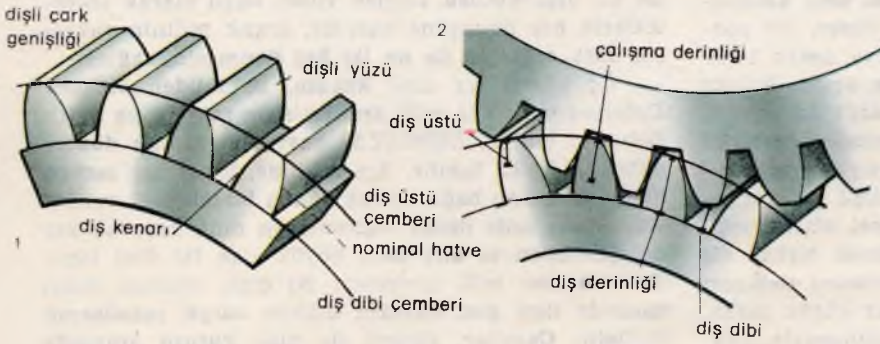
Alın dişlinin açılması. Orta ağdalılıkta bir kesme yağı kullanılmaktadır. Yağ; parçayı ve takımı soğuk tutar, birbirine sürtünen yüzeyleri yağlar ve «çapak»ları temizler. Yapılan işe göre, bu kesme yağına başka maddeler de katılabilir.

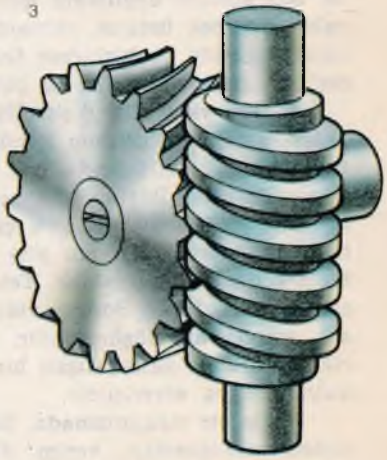


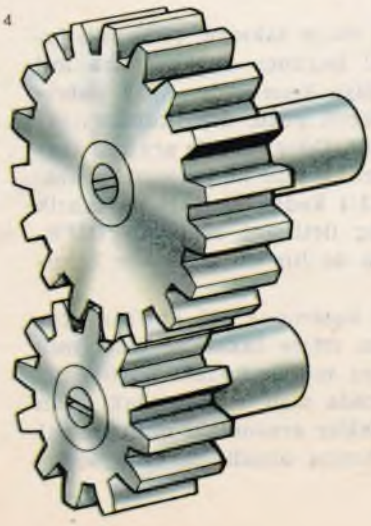
üstünde gidip gelen bir pinyondan oluşur ve bazı otomobillerin direksiyon mekanizmasında, hidrolik KAPI KAPAMA DÜZENEKLERİ'nde ve tezgahların kafaları ile tablalarının ileri geri hareketlerinde kullanılır.

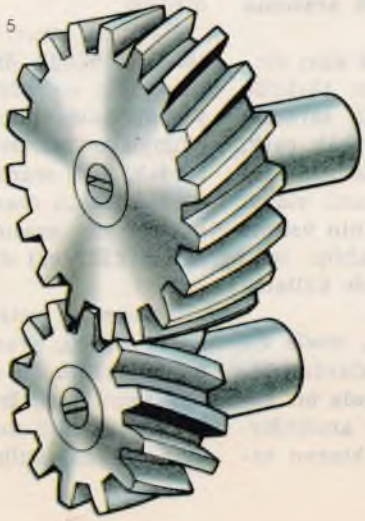
Konik dişli: Konik dişlilerin biçimi kesik koniye benzer. Eksenleri belli bir açıyla kesişen miller arasında, güç aktarımında kullanılır. Konik dişlinin dişleri düzdür, ama boyu ve derinliği, uzunluğu boyunca artar. Bu dişlerin boyları uzatılırsa, dişlinin önünde, eksen üstünde bir noktada birleştikleri görülür.

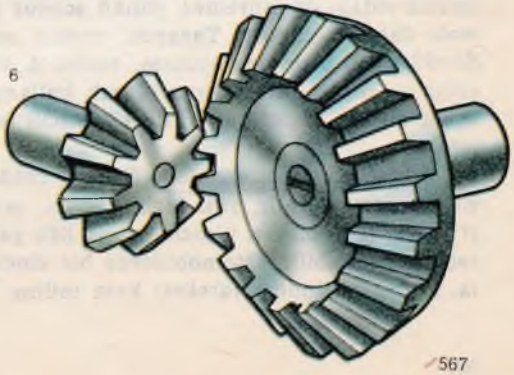
Gemi dizel dişli kutusu içindeki çift helisli, bir pinyonun denetimi. (solda) Çeşitli dişliler. (altta)
1. Bir alın dişlinin diş kesiti. Dişin yüzlerindeki eğri, evolvent eğrisidir.
2. Alın dişlinin dişleri.
3. Sonsuz vida ve dişli çark. Buradaki oran 18/1' dir. Sonsuz vidanın hızı dakikada 360 çevrimse, çarktaki hız 20 çevrime düşer. Bu biçimde bir hız azaltılması, konveyörlerde kullanılabilir.
4. Birbirine geçmiş alın dişliler.
5. Birbirine geçmiş helisel dişliler. Eksenler doğrultusunda bir itme etkisi ortaya çıkar.
6. Konik dişliler, eksenleri kesişen miller arasında hareket iletirler.











Söz konusu noktaya, *koni tepesi* denir.

Hipoit konik dişlilerin dişleri düzdür; ama çarkın yüzüne, milin ekseniyle belli bir açı yapacak biçimde oyulmuştur. Hipoit dişli eksenleri birbirini kesen, buna karşılık aynı düzlem içinde olmayan miller arasında güç aktarımını sağlar.

Helisel dişliler: Konik dişliler gibi koni biçimli ya da alın dişliler gibi silindir biçimli olabilen bu tür, dişlilerin dişleri, sarmaldır. Helisel dişliler, sarmal dişe bağlı olarak, aralarında herhangi bir açı bulunan iki mil arasında güç aktarımı sağlayacak biçimde tasarımlanabilir. Kıvrık dişler karşı dişlere geçerken, bir önceki dişler hâlâ temas halindedir. Bu, bazı dişlerin birbiri üstünde kaydığını, yani gücü, belli bir yumuşaklıkla ve gürültüsüz olarak aktardıklarını gösterir. Helisel dişliler, hipoit konik dişliler gibi, ayrı düzlemlerdeki miller arasında güç aktarımında da kullanılabilir. Çalışma özellikleri ve tasarım zenginliği nedeniyle bu tür dişliler, özellikle otomobil DİFERANSİYEL'lerinde ayna dişliler ve konik dişliler için oldukça elverişlidir. Böyle bir diferansiyel, yumuşak ve sessiz çalışır. Ayrıca, aracın tahrik milinin arka akstan daha aşağı bir düzlemde olmasına olanak verir. Bu da, aracın ağırlık merkezini biraz daha aşağı indirir.

İki paralel mil arasında güç aktarımında, helisel dişliler, eksenler yönünde bir itme oluşturur. Bu, istenmeyen bir etkidir ve üstesinden gelmek için, karşı yönlerde itme etkisi yaratarak birbirini itme etkisini ortadan kaldıran, iki takım helisel dişli kullanılır. Söz konusu uygulama için bazen dişler, tek parçalı bir göbek üstüne, yanlardan ortaya doğru birleşecek biçimde ve birbirine ters yönde açılır. Bu tür dişlilere *çapraz dişli* ya da *çift helis dişli* adı verilir.

Sonsuz vida: Bir dişli çifti ile eksenleri birbirini kesen, ama aynı düzlem içinde olmayan iki mil arasında güç aktarıldığında, çok büyük dişli çark oranları seçilebilir. Böyle bir sistemde genel olarak seçilen oran, 1/100'dür. Küçük çark üstünde birkaç diş bulunabileceği gibi, vida yivi gibi çevresini dolanan bir tek diş de bulunabilir. Tek dişli bir küçük çarka, sonsuz vida denir. Sonsuz vida mekanizmasıyla, yüksek oranda hız düşürülebilir. Bu nedenle, bir elektrik motoru ile ağır çalışan bir KONVEYÖR arasında kullanılmaya elverişlidir.

Böyle bir mekanizmada, dişler arasında aşırı sürtünme olduğundan, verim düşüktür. Bazı türlerde çark, sonsuz vidanın büyük bir bölümünü sararak, yük taşıma kapasitesini artırır. Normal olarak çark, sonsuz vidayı döndüremez, çünkü sonsuz vidanın sarmalı daha büyüktür. Tasarım, çarkın sonsuz vidayı döndüreceği biçimde yapılırsa, verim % 50'nin üstüne çıkar ve sistem, hız artırıcı olarak kullanılabilir. Böyle bir sistem, sözgelimi SÜPERŞARJÖR'lerde kullanılabilir.

Metal olmayan dişliler: Yüksek hızda, sessiz bir sistem gerektiğinde, yük fazla değilse, çarklardan biri ya da ikisi birden plastik ya da lifli yapıda bir gereçten yapılabilir. Otomobillerde bir zincir aracılığıyla, krank milinden hareketi kam miline aktaran zamanlama dişlisi, çoğunlukla metal olmayan bir gereçten yapılır. Zamanlama dişlisinin hızı yüksektir. Burada zamanlama çok önemli, yük ise oldukça azdır.

Diş açmak: Diş açmaya yarayan makinalar üç grupta toplanabilir. Alın dişlileri için kullanılan kesici bıçak, dişler arasındaki uzaklığa uygun biçimde ayarlanır. İkinci makinada, çarka benzer küçük bir döner bıçak, ham göbekle birlikte ileri geri döne döne diş açar ya da bir kremayer bıçak, dişli üstünde gidip gelerek diş açar. Üçüncü türdeyse, üstünde bıçak ağızları biçiminde dişler bulunan bir *azdırma* kullanılır.

DİŞLİ KUTUSU

Dişli kutusu, takım tezgahlarında ve otomobillerde, makinanın iki parçası arasında, bir kol yardımıyla istenilen dişli oranlarını seçmeye yarayan bir dişli grubudur.

Dişli kutusunun en yaygın uygulama alanı OTOMOBİL'dir. Düşük hızda İÇTEN YANMALI MOTOR'ların güçleri pek fazla olmadığından, motor ile tekerleklerin arasında bağlantıyı sağlamak için, *transmisyon* ya da dişli kutusuna gerek duyulur. Duran otomobili harekete geçirmek için, motor ile tekerlekler arasındaki dişli oranının, krank milinin oldukça hızlı dönmesine olanak sağlaması gerekir. Üç vitesli, yalın bir dişli kutusu, seçilen vitese bağlı olarak tekerleklerin her dönüşüne karşılık, krank milinin yaklaşık dört, sekiz ya da on iki kez dönmesini sağlar.

Üç vitesli bir dişli kutusu, üç milden oluşur. *Debriyaj mili; ara mili; transmisyon mili* (çıkış mili). Debriyaj miline, DEBRİYAJ kavradığı zaman dönen debriyaj dişlisi takılır. Ara milinde, birisi her zaman debriyaj miline bağlı olarak dönen birçok dişli vardır. Gücü, ana mile ileten transmisyon mili, kayarak yer değiştirebilen ve biri daha büyük olan iki dişli taşır. Transmisyon mili üstündeki iki dişli, bunları milin üstünde ileri geri hareket ettiren *sürgü çatallarına* bağlıdır. Çatallar, sürücü ile dişli kutusu arasında uzanan vites kolunun, bağlantı çubuğuyla hareket ettirilir.

Sürücü, aracı birinci vitese takınca, çıkış mili üstündeki büyük dişli, mil boyunca kayarak ara mil üstündeki en küçük dişliye kenetlenir. Ayak debriyajdan kaldırılınca, motorun gücü, dişli kutusu aracılığıyla tekerleklere iletilir. Çıkış mili ile ara mil arasındaki dişli oranı 3:1, krank mili ile tekerlekler arasındaki etkin oran ise 12:1 kadardır (şaft ile tahrik tekerlekleri arasında güç iletimini sağlayan DİFERANSİYEL'deki dişlilerde de hız düşürme söz konusudur).

Otomobil yeterli hız kazanınca (16 km/saat kadar), sürücü, aracı ikinci vitese takar ve çıkış mili üstündeki küçük dişli, ara mil üstündeki büyük dişliye kenetlenir. Bu durumda dişliler arasındaki oran 2:1, krank mili ile tekerlekler arasındaki oran ise 8:1 olur. Normal kullanma hızına ulaşılınca, araç üçün-

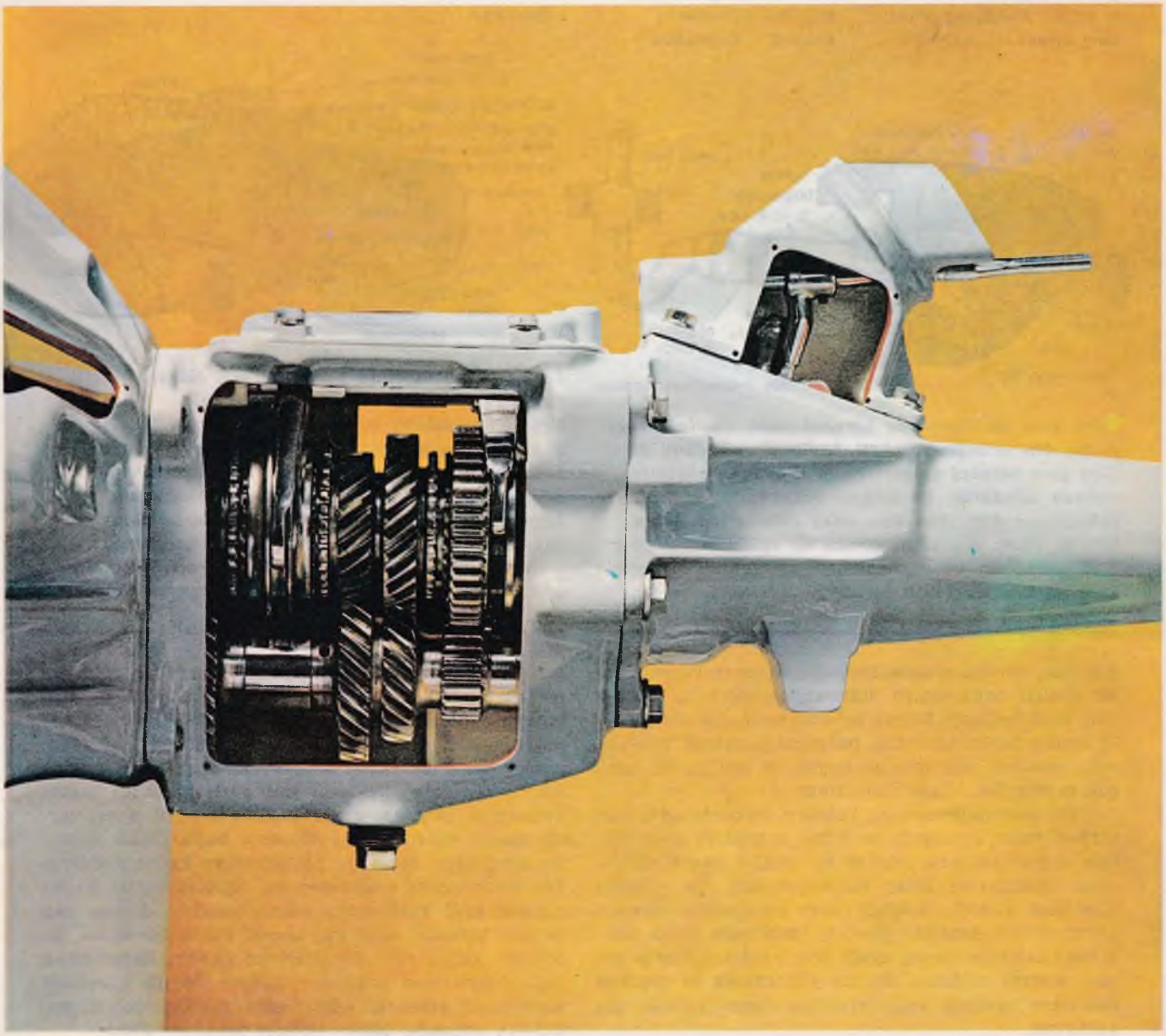
cü vitese alınır ve çıkış milinin üstündeki küçük dişli, mil boyunca kayarak, yan yüzeydeki dişler aracılığıyla debriyaj miline kenetlenir. Artık, dişliler arasındaki oran 1:1'dir. Yani çıkış mili ile debriyaj mili (dolayısıyle krank mili) aynı hızla dönmektedir. Krank mili ile tekerlekler arasındaki oran da 4:1 kadardır. Böylece, araç tam hıza ulaşıncaya kadar, motorun hep en etkili ve verimli devir aralığında çalışması sağlanır.

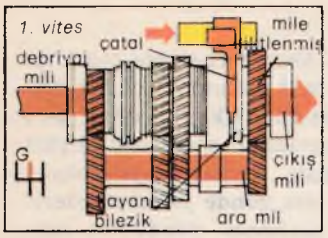
Geri vites dişlisi, ara milin arka ucunda yeralır ve *avara dişlisi*ni döndürür. Araç geri vitese takıldığı zaman, bu avara dişli, çıkış mili üstündeki büyük dişliyle kenetlenir (iki dişli kenetlendikleri zaman ters yönlerde dönerler. Araya buradaki geri vites dişlisi gibi, üçüncü bir dişli takılması, bunların aynı yönde dönmelerini sağlar ve araç ters yönde hareket eder).

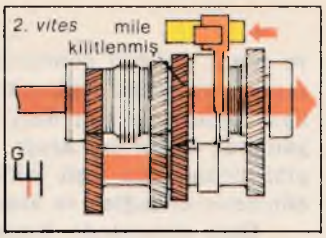
Dişli sisteminde hızın azalması, *döndürme momenti*nin artması anlamına gelir (döndürme momenti, bir kuvvet kolu aracılığıyla bir nesneyi dönmeye zorlayan kuvvettir). Birinci viteste, dişli kutusu, küçük ara dişliden büyük çıkış dişlisine daha az hız (çünkü birlikte dönen iki dişliden büyük olanı daha yavaş döner), buna karşılık krank milinden şafta daha büyük moment iletir. Böylece, aracın eylemsizliği yenilerek, harekete geçmesi sağlanır.

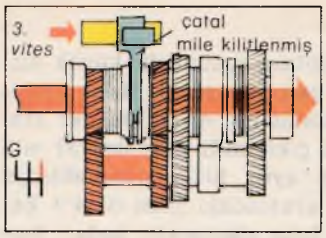
Büyük motorlu A.B.D. yapısı otomobillerde, çoğunlukla üç vitesli dişli kutuları kullanılır. Daha kü-

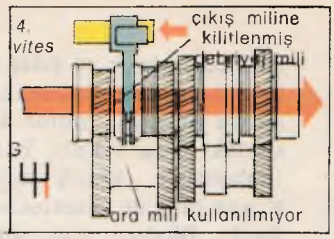
Bir V-4 motorla kullanılmak için hazırlanmış İngiliz Ford dişli kutusunun görünüşü. Sağda üstte, vites çubuğu görülmektedir. 4 vitesli bu modern kutuda, senkromeş düzeneği sayesinde dişlilerin birbirlerinden ayrılmalarına gerek kalmaz.



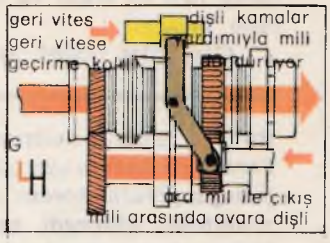


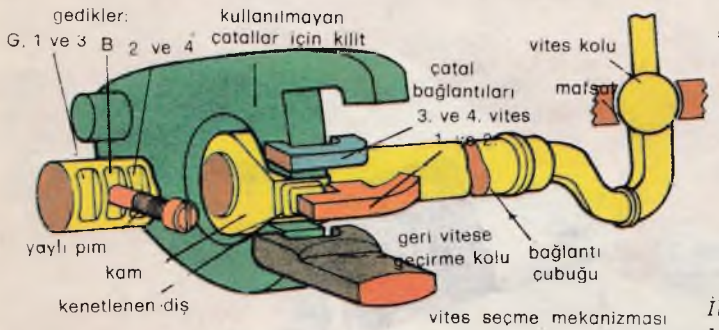




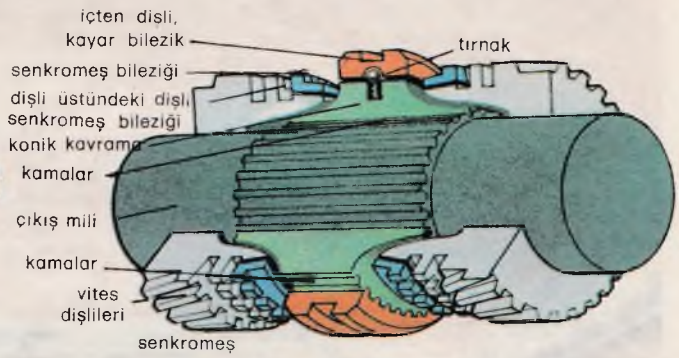


1. vites: Arkadaki çatal geri kayarak, en arkadaki dişliyi çıkış miline bağlar. Debriyaj milinin üstündeki dişli, ara mili ve kenetli dişliler yoluyla, çıkış milini döndürür (gücün iletildiği yol kırmızıyla gösterilmiştir).
2. vites: Arkadaki çatal ileri kayarak, mile bir başka dişliyi kenetler. Güç gene, ara milinden alınır.
3. vites: Öndeki çatal geri kayarak, komşu dişliyi mile bağlar.
4. vites: Öndeki çatal ileri kayarak, debriyaj mili ile çıkış milini birbirine bağlar. Ara mil boş dönerken, kuvvet, doğrudan doğruya iletilir.
Geri vites: Geri vites çubuğu, ara dişli ile arka senkromeş bileziğinin dişleri arasına küçük bir avara dişli getirir ve çıkış milinin ters yönde dönmesi sağlanır. Senkromeş burada rol oynamaz.





Vites kolu iki düzlemde hareket eder. (üstte solda) Kolun öne arkaya hareketi, bağlantı çubuğunu da ileri geri hareket ettirir. Yana doğru hareketiyse, çubuğu döndürür. Bu dönme sonucunda, bağlantı çubuğunun dişi, ikisi ileri vites çatallarına giden, biri de avara dişliye bağlanan üç uçtan birine geçer. Kullanılmayan uçlar, bağlantı çubuğunun üstündeki kam yardımıyla kilitli tutulur.

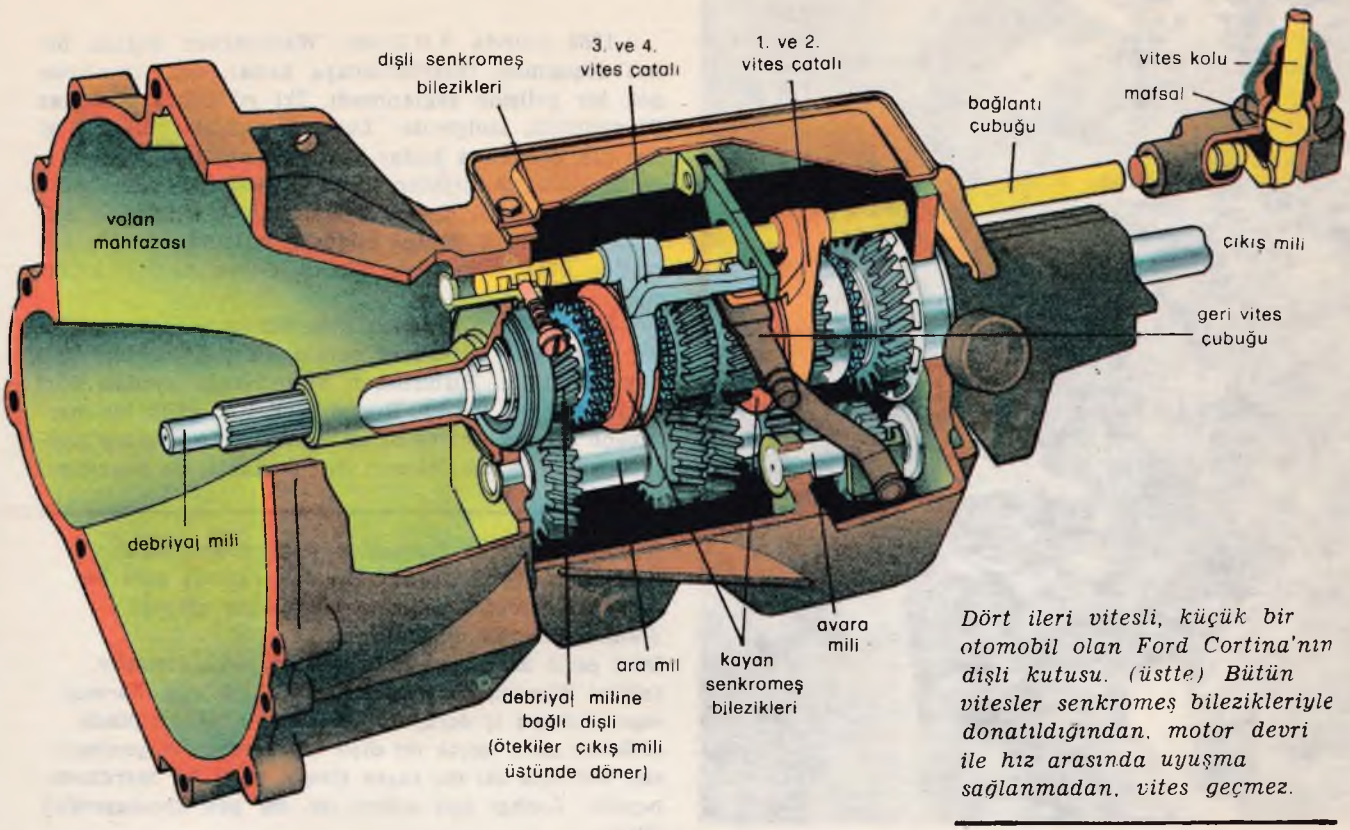


İleri vites dişlilerinin tümü, sürekli olarak kenetli kalır. (üstte sağda) Ama, kamalı mile kenetlenmedikleri sürece, boşa dönerler. Vitese yumuşak geçiş sağlamak için dişliler, geçici olarak kenetlenirler. Önce, içten dişli bir bilezik kayarak, dişli ile milin eşzamanlı dönmesini sağlayan bir kavramayı harekete geçirir; sonra, biraz daha kayarak, iki dişli bilezik grubu arasında hareketsiz bağlantı kurar. Senkromeş bileziği, yarı kilitli bir ara aşama sağlayarak, erken kilitlenmeyi önler.

çük olan Avrupa otomobillerinde, motorun verimli devir aralığı daha sınırlı olduğundan, dört ya da beş ileri vites bulunur. Büyük bir kamyonda ise, tam yüklü aracın bütün ağırlığını harekete geçirmek için gerekli momenti sağlama amacıyla, on altı ya da daha çok sayıda ileri vites bulunabilir.

İlk otomobillerde dişli kutuları, yukarda anlatılan türden yalın aygıtlardı ve vitesi sarsıntıya yolaçmadan değiştirebilmek, kuvvet ve ustalık isterdi. Dişlilerin, birbirlerine kolay kenetlenmeleri için, köşelerine oluk açılırdı. Küçük vitese geçirmekse oldukça güçtü ve çift debriyaj işlemini (debriyaja basıp vitesi boşa aldıktan sonra, ayağı debriyajdan kaldırıp ara gazı vererek motorun devrini yükseltmek ve yeniden debrijaya basarak, aracı istenilen vitese takmak) gerektirirdi.

Otomobil kullanımı yaygınlaştıkça, vites değiştirme işlemini daha da kolaylaştırmak gerekti ve dişli kutusu daha karmaşık bir yapı kazandı. Dişlilerin kenetlenmeden önce aynı hızla dönmelerini sağlayan, *senkromeş* düzenekleri geliştirildi. Senkromeşi sağlamanın bir yolu, dişlilerin yan yüzlerine koni biçimi vermektir. Böylece, dişler kenetlenmeden önce, sürtünmenin etkisiyle dişli dönmeye başlar. Bazı tiplerde, aynı hızla dönmeye başlayıncaya kadar dişlilerin kenetlenmelerini engelleyen bir düzenek vardır. Senkromeşli dişli kutularının bazılarındaysa, dişliler hep kenetli bulunur; ama güç ancak, kayan bir kama, istenilen dişliyi mile kenetleyince iletilir. Başlangıçta, dişli kutularının çoğunda yalnızca büyük viteslerde senkromeş düzeneği vardı; ama günümüzde, otomobillerin çoğunda, bütün vitesler senkromeşlidir.



Dört ileri vitesli, küçük bir otomobil olan Ford Cortina'nın dişli kutusu. (üstte) Bütün vitesler senkromeş bilezikleriyle donatıldığından, motor devri ile hız arasında uyuşma sağlanmadan, vites geçmez.

Günümüzde A.B.D. yapısı otomobillerin birçoğunda, öteki otomobillerinse bazı modellerinde, OTOMATİK TRANSMİSYON vardır. Ne var ki, bazı sürücüler, vitesi kendileri değiştirdikleri zaman kullandıkları araca daha iyi egemen olduklarını düşünürler. Yarışlara katılan sürücüler de, otomatik olmayan vitesi yeğlerler, çünkü yokuş ve virajlarda, ustaca vites değiştirme yoluyla, saniyeler kazanılabilir.

DİŞLİ TREN

Normal demiryolu dik yokuşları tırmanmaya elverişli değildir ve ana yollar yüzde 2,9'dan daha az eğimlere göre ya da dar hatlı, yükün daha az olduğu yan yollarda yüzde 5'ten az olarak sınırlandırılmıştır. Eğimi yüzde 2,9 olan yollarda trenler, bir km içinde ancak 29 metre yükselebilir. Oysa dağlık bir yörede bu miktar yeterli değildir ve tırmanış ya da iniş için yüzde 12,5 tan fazla bir eğim gerekebilir. Bu durumda kremayer sistemi kullanılarak, tekerleklerin tırmanırken, özellikle de frenleme anında, kaymamaları sağlanır.

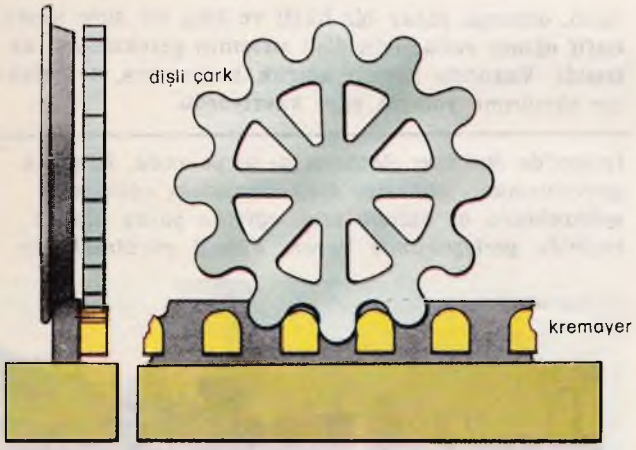
Kremayer sisteminin geliştirilme tarihi, buharlı lokomotifin ilk ortaya çıktığı ve demir rayların kullanılmaya başlandığı 1812-1820 yıllarına raslar. O tarihlerde Blenkinsop adlı mühendis, lokomotiflerdeki demir tekerleklerin rayı yeterli derecede kavrayamayacağını düşünerek, Leeds yakınlarındaki Middleton maden kömürü ocaklarında çalışan vagonların raylarından biri boyunca bir dişli ray uzatıp, bunu lokomotifin üstündeki bir dişli çarkla çakıştırdı. Middleton hattı, oldukça yatay bir hattı ve kısa bir süre sonra, hafif eğimli yollar için dişli sistemin gerekmediği anlaşıldı. Vagonda yeterli ağırlık bulununca, tekerlekler sürtünme yoluyla rayı kavrıyordu.

İsviçre'de Brienzer-Rothorn demiryolunda, istasyon yakınlarında, 'Abt' tipi dişli. Buradaki eğim, asıl yoldakinden az olduğu için, eğimde yatay olacak biçimde yerleştirilmiş kazan, eğimli görülmektedir.

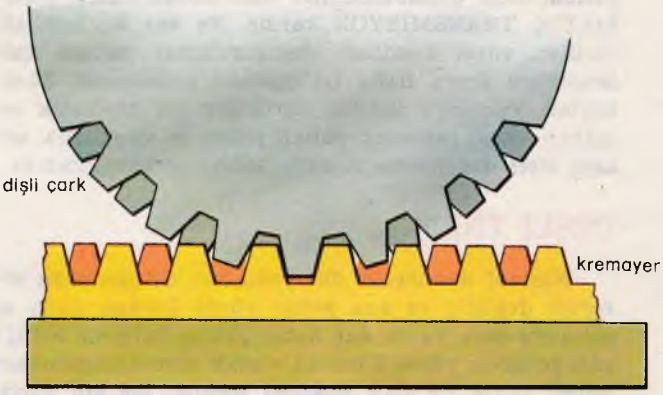
1869 yılında A.B.D'nde, Washington dağına bir hat döşenmesi tasarlanıncaya kadar, dişli trenlerde pek bir gelişme sağlanmadı. İki yıl sonra Nicholas Riggenbach, İsviçre'de Luzern yakınlarındaki Rigi dağının doruğuna kadar yaklaşan bir dişli treni hizmete soktu. O tarihten sonra birçok dişli tren hattı, dünyanın çeşitli dağlık bölgelerine, özellikle de Avrupa'ya döşendi. Birkaç endüstri hattında da, bir düzeyden ötekine çıkmak için dişli tren hatları kullanıldı.

Son 100 yıl boyunca dişli sistemde, lokomotifin ve vagonların altındaki çarkla çalışan ek bir dişli ray kullanıldı. Birbirinden ayrıntılarda ayrılan dört çeşit dişli ray vardır. Riggenbach tipi, çelik bir merdivene benzer. Abt ve Strub tipleri, dişleri üstten açılmış dik raylardan oluşur. Birçok hatta, bu sistemler-

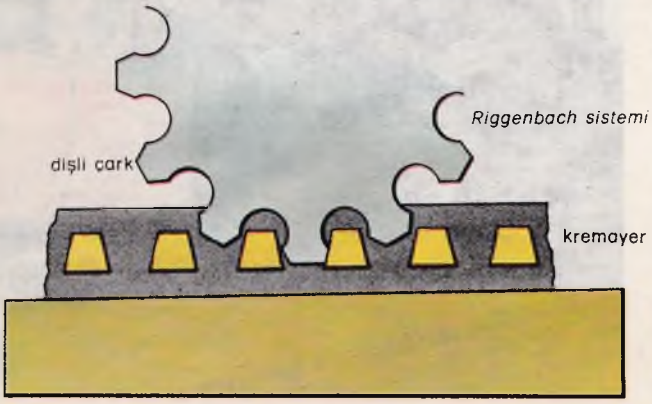
Eğimli bölgelerde kullanılan Riggenbach dişli hattının, İsviçre Brünigbahn'da çekilmiş eski bir fotoğrafı. (solda) Eğimsiz bölgelerde normal trenler kullanılmaktadır.
Dört çeşit kremayer sistemini gösteren çizimler. (altta) Blenkinsop sisteminde bir dişli ray, normal rayın hemen iç tarafına yerleştirilir; Abt tipinde birbirine göre kaçık iki dişli ray vardır; Riggenbach tipi sistemde iki dış rayın içinde, çelik bir merdiven yeralır; Locher tipi sistem ise, bir yan kremayerden oluşur.

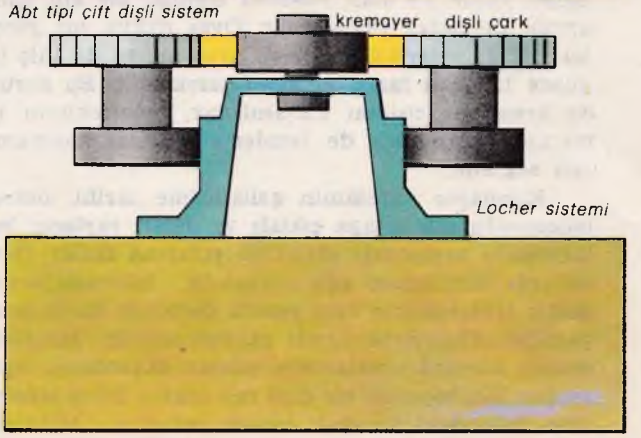


Blenkinsop dişli kavrama sistemi



Abt tipi çift dişli sistem





den biri ya da öteki kullanılır. Ama bunlar, yalnızca yüzde 25 eğimin altında güvenlidir. Oysa İsviçre'de, Pilatus dağındaki bir hat yüzde 48 eğimlidir; bu nedenle de tepeden diş açılmış ray yerine, iki yanı dişli bir ray kullanılmaktadır. Bu ray, iki yatay dişli çarka geçirilmiştir, hareketi ve frenlemeyi bunlar sağlar.

Eğimli hatlarda kullanılan buharlı lokomotiflerin kazanları, önceleri düşeydi; ama sonradan, belli bir açıyla takılarak, tırmanış sırasında yatay olmaları sağlandı. Günümüzde buharlı lokomotifler İsviçre'de bir hat, İngiltere'nin Kuzey Galler bölgesindeki tek dişli tren hattı ve daha birkaç yer dışında pek görülmez. Geri kalanların birçoğu ya elektrikli, ya da dizel motorlu hale sokulmuştur.

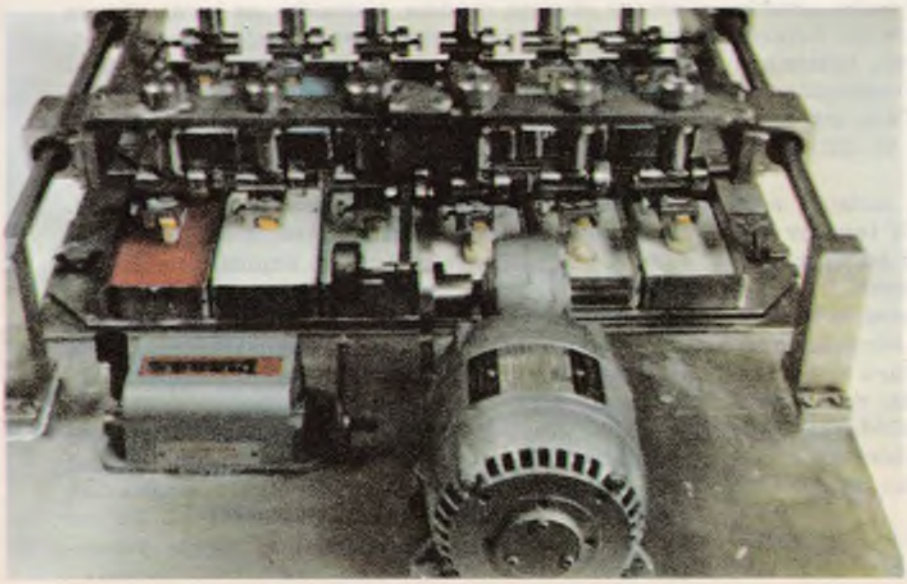
Dişli trenlerin bakımı ve çalıştırılması güçtür. Bu trenler yavaş hareket etmek zorunda olduğu için, günümüzde dişli tren hattı yapımına son verilmiştir. Doruklara ulaşım, KABLOLU ULAŞIM ARAÇLARI'yla sağlanmaya başlanmıştır.

DİŞ MACUNU

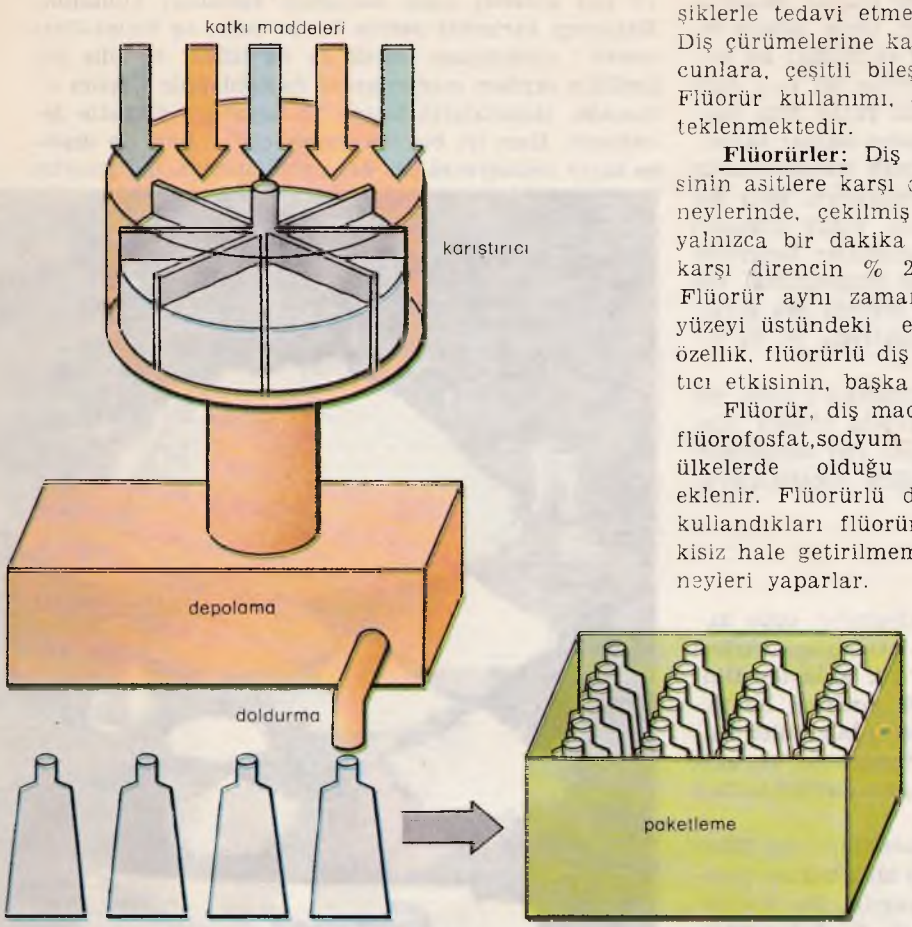
Dişleri temizlemeye yarayan bileşimler, uzun zamandır bilinmektedir. Toz kireçle (kalsiyum karbonat) diş temizliği yapılabileceğini ilk anlayan Hipokrates (İ.Ö. 430-377) olmuştur. O tarihten bu yana, kalsiyum karbonatla yapılan çeşitli bileşimler kullanılmaktadır. Ortaçağ'da dişleri temizleme ve ağız kokusunu önleme amacıyla, karmaşık karışımlardan yararlanılırdı.

Bileşimler: Günümüzde diş macunları, diş yüzeyindeki lekeleri ve çürümeye neden olan bakteri *plak*larını ortadan kaldırma amacıyla yapılır. Diş macunları, dişlerin doğal rengini açmaz ya da değiştirmez. Yalnızca, yüzeyde birikmiş kiri ortadan kaldırarak, dişleri temizler ve parlatır.

Diş macunlarında bulunan en önemli temizleyici ve parlatıcı madde, suda çözünmeyen bir mineral tozudur. Genellikle dişleri çizmeyecek kadar yumuşak ve asit giderici olan, kalsiyum karbonat kullanılır. Kalsiyum karbonat yerine fosfat tuzu, su molekülleri içeren alüminyum oksit ya da silikat ve silis jeli (özellikle saydam macunlarda) de katılabilir. Üretim sırasında, taneciklerin biçimi ve boyutları dikkatle denetlenir. Hem iyi bir temizleme etkisi, hem de dişlere zarar vermeyecek bir ürün elde etmede, bu denetim



Bir diş macununda kullanılan maddeler. (üstte) Bunlar arasında en önemlileri, parlatıcı maddeler ve diş minesinin çürümelere karşı direncini artıran sodyum monoflüorofosfattır. Diş macununun bileşimini denetleyen bir makina. (solda) Tepsilerin ortasına dişler, üstteki ileri-geri hareket eden çubuğa da fırçalar takılır.



Günümüzde diş macunları parlatıcı maddeler, çözücüler, nem çekiciler, bağlayıcı maddeler ile koku ve tat vericilerden yapılır.

büyük önem taşır. Dişetinin üstünde yeralan *diştacı*, çok sert bir mine tabakası ile kaplıdır (Bk. DİŞ HEKİMLİĞİ). Taç minesinin altında, daha yumuşak bir doku olan *dişözü* bulunur. Özellikle yaşlı kişilerde, dişözü bazen dişetlerinin çekilmesiyle açıkta kalabilir. Bu yüzden, diş macununun, sert taç minesinin yanı sıra, yumuşak dişözünü de zarar vermeden temizleyecek nitelikte olması gerekir. Dişlerin iyi fırçalanması, yalnızca görünüm açısından değil, bakterilerin diş yüzeyinde birikmesini önleme bakımından da önemlidir. ELEKTRON MİKROSKOPU'nda çekilen resimler, iyi bir diş macununun temiz ve çiziksiz yüzeyler sağladığını göstermiştir.

Diş macunlarında, temizleyici ve parlatıcı maddelere ek olarak, macunu tüpte nemli tutmayı sağlayan *gliserin* ya da *sorbitol* gibi nem çekici maddeler de bulunur. Bakteri plağını ve yemek artıklarını gevşetmeye yardımcı olmak için *sodyum loril sülfat* gibi bir deterjan eklenir. Sıvı ve katı bileşenlerin ayrılmasını önleme amacıyla, hidrofil (suyu seven) koloyitlere benzer biçimde davranan doğal zamklar, selülo[illegible]ar ve aljinatlar gibi (Bk. SUYOSUNLARI, KULLAN[illegible]MLA[illegible]) katılaştırıcı maddeler katılır. Ayrıca koku verici [illegible]deler ve sakarinle, macuna hoş bir koku ve tat k[illegible]r.

Düz[illegible]ılması amaçlandığı için diş macu[illegible] ve biyolojik bakımdan etkili bileşiklerle tedavi etmede de yalın bir yöntem olabilir. Diş çürümelerine karşı direnç sağlama amacıyla macunlara, çeşitli bileşikleri halinde, flüorürler katılır. Flüorür kullanımı, dişçilikle ilgili kuruluşlarca desteklenmektedir.

Flüorürler: Diş macunundaki flüorür, diş minesinin asitlere karşı direncini artırır. Laboratuvar deneylerinde, çekilmiş dişler flüorürlü diş macunuyla yalnızca bir dakika fırçalanıp yıkandığında, asitlere karşı direncin % 25 oranında arttığı görülmüştür. Flüorür aynı zamanda, asit yapıcı bakterilerin diş yüzeyi üstündeki etkinliğini de azaltmaktadır. Bu özellik, flüorürlü diş macununun diş çürümesini azaltıcı etkisinin, başka bir açıklaması olabilir.

Flüorür, diş macununa, genellikle sodyum monoflüorofosfat, sodyum flüorür, kalay(II) flüorür ya da bazı ülkelerde olduğu gibi flüor aminler biçiminde eklenir. Flüorürlü diş macunu üreticileri, macunda kullandıkları flüorür türünün öteki bileşenlerce etkisiz hale getirilmemesi için, düzenli laboratuvar deneyleri yaparlar.

DİŞ TUR AYGITI

Tur aygıtı, DİŞ HEKİMLİĞİ'nde diş dokularını delip açmak için kullanılır. Aygıt, çürük diş dokusunun bozulmuş ve yumuşamış bölgelerini alarak, geri kalan sağlam bölgeleri, bir protez ya da dolgu uygulamaya elverişli duruma getirmede işe yarar. Bunun yanı sıra birçok işlemde, kesme, taşlama ve parlatma amacıyla *möletler* (dönen yuvarlak uçlar) ve frezeler de kullanılır.

Tarihçe: Eskiden dişlerin içindeki oyuklar, el araçlarıyla açılırdı. Bu amaçla kaşık biçimli kazıyıcılar ile keskilerden ve eğelerden yararlanılırdı. Ucunda yuvarlak eğe bulunan araç, kalem biçimi verilmiş sapın parmaklar arasında çevrilmesiyle kullanılırdı. Hekimin eğeyi tam denetim altında tutması için, T biçiminde el desteğinden ve üstlerinde küçük kaplar bulunan yüzüklerden de yararlanılırdı. Eğe uçları zamanla körleşince, yenisi takılabiliyordu. Ama, bu araçlarla, ağzın arkasındaki dişlere ulaşmak, olanaksız denecek kadar güçtü.

XIX. yüzyılın ortalarında, iki tutaçlı Merry frezesi geliştirildi. Merry frezesinde, bükülebilir bir mil, hareket iletmekte ve hekim, denetimi yitirmeksizin freze ucunu istenilen açıda tutulabilmekteydi. Ne var ki, böyle bir çalışmada hekim, kısa sürede yoruluyordu.

Daha sonra aygıtın mekanik yollarla daha hızlı dönmesi sağlandı ve kesme gücü artırıldı. Ayrıca, düz saplı araçlarla ulaşılamayan dişler de tedavi edilmeye başlandı. Birçok tur aygıtı geliştirildi: ARKHİMEDES BURGUSU ilkesine göre (sarma dişli ya da pompalı tornavida gibi) çalışan McDowall aygıtı; elle çevrilen dişli sistemli Chevailer aygıtı. Bu aygıtların her ikisi de dakikada yaklaşık 300 devir yapabiliyordu. Ayrıca, kurmalı motorlar da denendi.

1870'lerde pedallı aygıtlar yapıldı. Çevirici güç, bir kablo aracılığıyla, freze ucunu tutan parçaya ulaştırılıyordu. Hız, dakikada 700 devire kadar çıkabiliyordu. Elektrik kullanımının yaygınlaşmasıyla, ilk kez 1870'lerin sonunda yapılan ELEKTRİK MOTORU, yavaş yavaş diş hekimliğinde güvenli ve geçerli bir uygulama haline gelmeye başladı. Dönme hızı dakikada 1 000 devire kadar çıktı. Motorun hızı, ayaktan kumandayla değiştiriliyor ve motorun gücü, 3 parçalı uzantı kolu üstünde bulunan kasnaklardan geçen, bir sonsuz kayışla ucu tutan parçaya iletiliyordu. Bu yöntem, geliştirilmiş biçimiyle günümüzde de kullanılmaktadır. Frezeleri tutan parça değiştirilebilir ve aygıtın kullanılacağı duruma göre, frezeler istenilen açıda takılabilir.

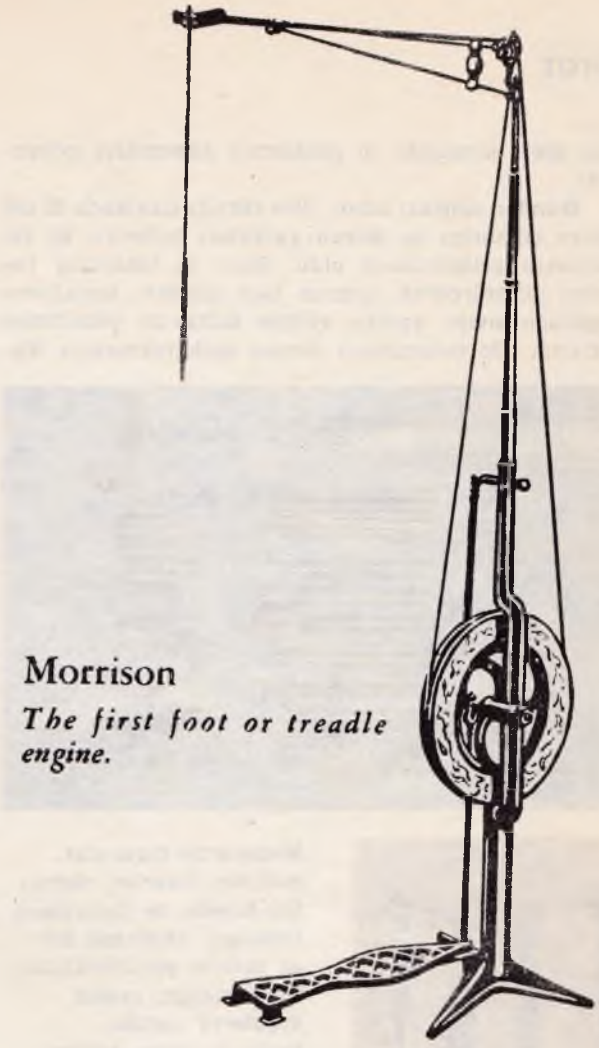
Söz konusu gelişmeleri, çeşitli frezeler yapılması izledi. Bunlar, kullanıldıktan sonra yeniden bilenebiliyordu. Silindir biçiminde kalıplanmış karborundum takılı çelik uçlar, diskler ve fırçalar gibi çeşitler geliştirildi. 1920 yıllarında elektrik motorlarındaki gelişme, dakikada 4 000 devirlik hızlar sağladı; ama bu hızda möletler (çelik uçlar), kısa sürede körleşiyordu.

Bütün bu gelişmelere karşın, diş frezeleri, diş dokusunun çabuk ve kolay alınması konusunda hâlâ yetersizdi. Diş oyma işlemi gürültülü, yavaş ve yorucuydu. Uyuşturmayla işlemin herhangi bir ağrıya yol açmaması sağlansa da, titreşim ve oyma etkisi, çene kemiği aracılığıyla doğrudan doğruya kafatası içinde yeralan işitme organına iletilmekte ve hastayı rahatsız etmekteydi.

Düşük hızda çalışan freze bıçakları, dişten kırıntı koparıp fırlatarak, çatırdamaya benzer bir ses çıkarmaktaydı. Bu yüzden, günümüzde diş tedavisinde büyük olanaklar sağlayan tur aygıtı, diş hekimliğinin korku ve nefret uyandıran bir simgesi haline gelmişti. Hastalar diş tedavisine, söz konusu aygıtlar nedeniyle olumsuz tepkiler gösteriyordu.

1942 yılında ilk elmas uçlar yapıldı. Bunlar, çelik bir çubuk ya da disk üstüne aşındırıcı elmas tozlarının yapıştırılmasıyla yapılıyordu. Elmas tozu dakikada 2 000 devirin üstünde daha iyi sonuçlar sağladı. Dakikada 6 000 devirde, titreşim ve gürültü oldukça azaltıldı. Bu hızlarda, dişe hafifçe dokunmak yeterli olduğundan, hem hasta, hem de hekim için tedavi kolaylaştı.

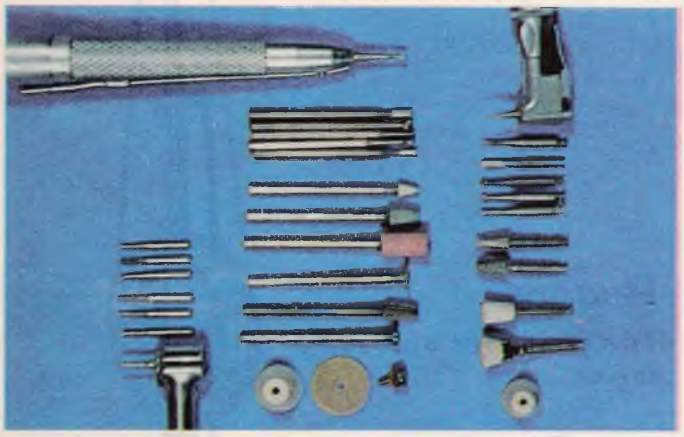
1947'de daha sert olan tungsten karbür frezeler yapıldı. Bunlar, dakikada 12 000 devire çıkabiliyordu. Metallerin sürtünme yüzeylerinin korunması için, uç tutucuların yapımı geliştirildi. Ayrıca, oyulan dişte ortaya çıkan ısıyı gidermek amacıyla, oyma bölge-



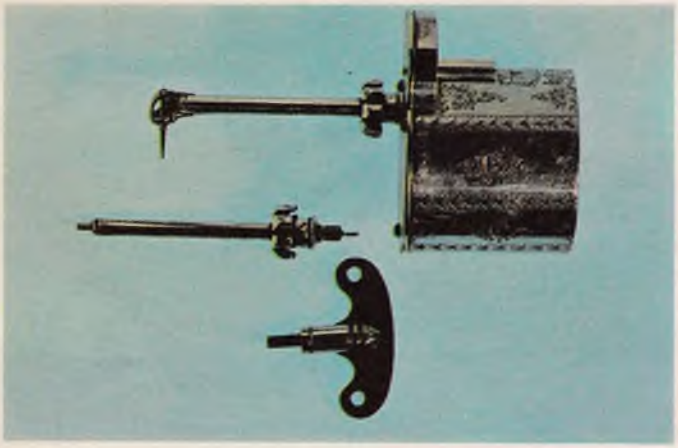
1872 yılında yapılan ilk pedallı diş tur aygıtı. (üstte) Bu aygıt diş cerrahına, daha öncekine oranla çok büyük serbestlik sağladı. Elektriği olmayan bölgelerde, hâlâ bu tür aygıtlar kullanılmaktadır. Dişlerin oyulması için çeşitli aletler geliştirilmiştir. Birçok taslak Carpenter'ın matkabı gibi daha eski aletlere dayanarak yapılmıştır. Resimde (altta), pompalı tornavidaya benzeyen ve Arkhimedes burgusu ilkesine göre çalışan diş tur aygıtının ilk örneklerinden ikisi görülmektedir.

sine işlem sırasında su püskürten düzenekler geliştirildi.

Bundan sonraki adım, 1953 yılında dakikada 25 000 devire çıkabilen ve bilyalı yatakları bulunan uç tutucuların geliştirilmesi oldu. Bazı, uç tutucular yeniden düzenlenerek, aygıtın başı içindeki kanalların soğutucu sıvıyı, oyulan yüzeye daha iyi yöneltmesi sağlandı. Uç tutucuların dönme mekanizmasına dişliler eklenerek, daha yüksek dönme hızlarına ulaşıldı.



Modern uç tutucular, möletler, frezeler. (üstte) Sol köşede, su fışkırtmalı soğutucu eklenmiş bir uç tutucu görülmektedir. Uç tutucuya, çeşitli kafaların (solda) bağlanmasıyla, uzatma ve oyma açıları değiştirilebilir. Bu tur aygıtları, bir elektrik motorundan iletilen güçle, kablo ya da kayışla çalıştırılır. Bir kurmalı tur mekanizması. (altta) Bunların yerini, ayakla çalıştırılan pedallı tur aygıtları almıştır.



Hava türbinli tur aygıtı (Aerotur): 10 yıllık çalışma ve geliştirme sonucunda, ilk kez 1957 yılında, havayla döndürülen türbinli uç tutucu yapıldı. Dakikada 300 000 devirlik bir dönme hızıyla, diş hekimliği uygulamalarına büyük yenilik getirildi. 1962 yılında hava YATAKLAR'ının geliştirilmesiyle, bu hız dakikada 800 000 devire kadar çıkarıldı. Dakikada 250 000 devirin üstündeki hızlarda, titreşim hastaların algılama düzeyinin üstüne çıktığından, dişi oyulan kişi yalnızca bir ıslık sesi duyar.

Hava türbinli aygıtın çalışma ilkesi şöyledir: Ayakla kumanda edilen basınçlı hava akımı, bükülebilir bir hortumla uç tutucuya gelir ve küçük bir hava türbininin kanatlarına çarparak onu döndürür. Bir bölümü uç tutucudan dışarı atılan havanın geri kalanı, bir boru aracılığıyla denetim kutusuna döner. Türbin motorunun sürekli olarak yağlanması için, sıkıştırılmış hava içine yağ püskürtülür. Uç tutucudaki deliklerden fışkıran su ve hava içeren soğutucu eşmerkezli bir boru tarafından kafaya taşınır. Bu akımla freze soğutulur. Aşındırıcı, elmas ya da tungsten karbürden yapılmış freze türbinin ortasındaki deliğe takılır ve istenince kolayca değiştirilir.

Hava türbininin kesme özelliği olağanüstüdür. Çok hafif bir basınç uygulamakla, sert diş dokusu rahatça kesilir. Bastırma kuvveti 150 gramı aşınca, hava türbini yavaşlar ve durur. Hava türbini, kısa sürede çok miktarda diş kütlesi ayrılacağı zaman kullanılır. Bunlardan daha yavaş olan yüksek hızlı frezelerden ise, oyuk yüzeylerin düzeltilmesi gibi amaçlarla yararlanılır. Geleneksel frezeler, çürüklerin yavaş temizlenmesinde ve parlatma işlemlerinde hâlâ kullanılmaktadır.

Son gelişmeler: Daha büyük türbinli, dolayısıyle de daha büyük dönme güçlü, hava motorları yapılmıştır. Elde tutulacak kadar küçük ve hafif motorlar vardır. Bunlarda, dönme hareketinin uç tutucuya iletilmesi gerekmediğinden, büyük üstünlük ve daha fazla mekanik etkinlik sağlanır. Parmak ucu motor denetimi yöntemi ve uç tutucunun kafasına takılan LİF OPTİĞİ'ne dayalı sistemle ağız içindeki çalışma alanına ışık verme yöntemi üstünde çalışmalar yapılmaktadır.

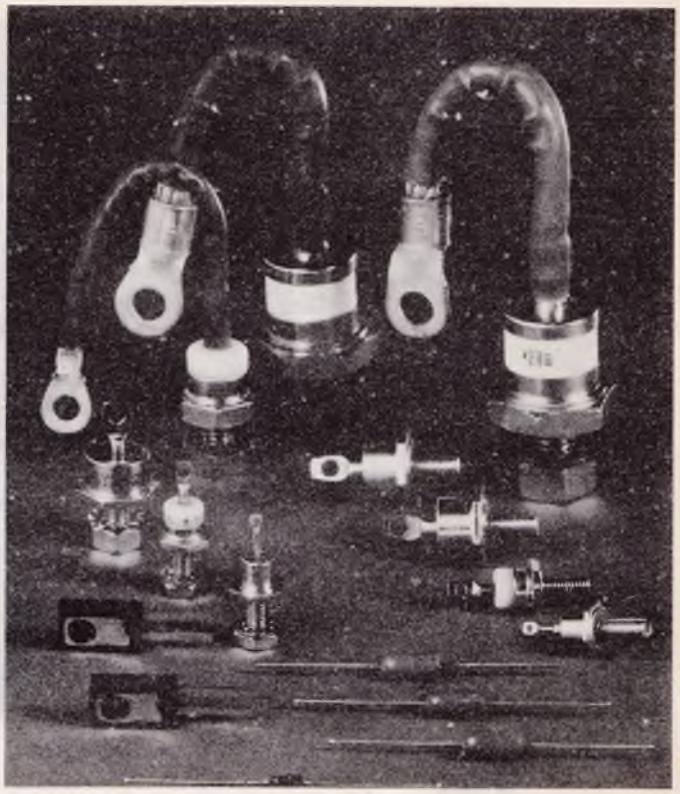
DİYOT

Diyot, uçları arasında yalnız bir yönde elektrik akımı geçiren, iki uçlu bir VALF (havası boşaltılmış tüp) ya da bir YARİİLETKEN aygıttır. Diyotlar, ELEKTRONİK devrelerin birçoğunda bulunur, ama en yaygın kullanım alanları, DOĞRULTMAÇ'lardır.

Doğrultmaç, bir AC akım (akımın önce bir yöne, sonra da öteki yöne aktığı ALTERNATİF AKIM) kaynağını, akımın yalnızca bir yöne aktığı doğru akım kaynağına çevirmede kullanılan, elektrik devresidir.

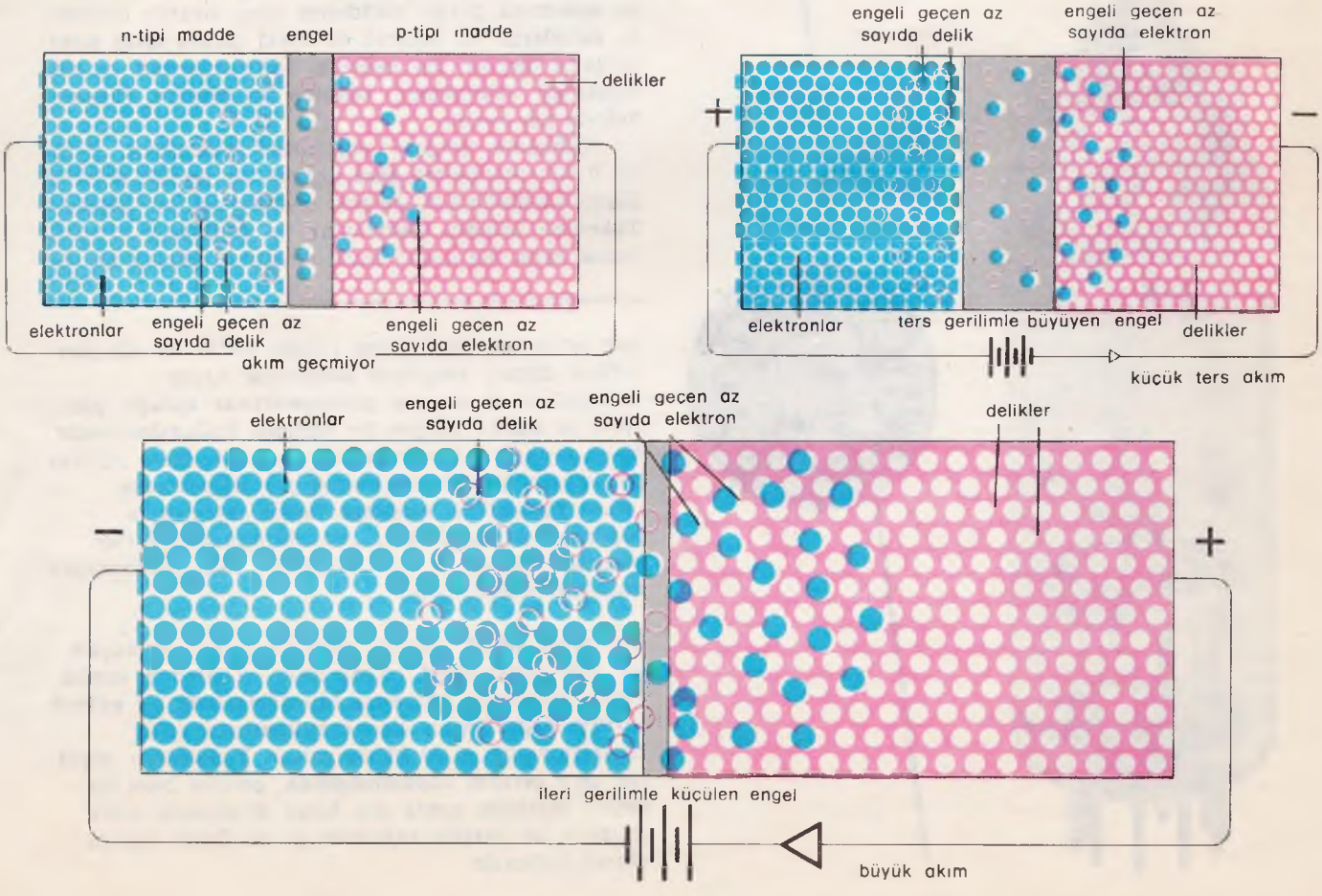
Valf diyot (lamba diyot): İçi boşaltılmış bir cam tüp, içine kapatılmış iki elektrot ile bir ısıtıcı öğeden oluşur. Elektrotlardan biri olan katot, sezyum gibi bir ALKALİ METAL'den yapılır. Bu metal, yakınında yeralan ısıtıcıyla ısıtıldığında, kolayca ELEKTRON üretir (bu olaya termoiyonik salma adı verilir). Öteki elektrot, yani anot ise, kolayca elektron üretmeyen değişik bir metalden yapılır.

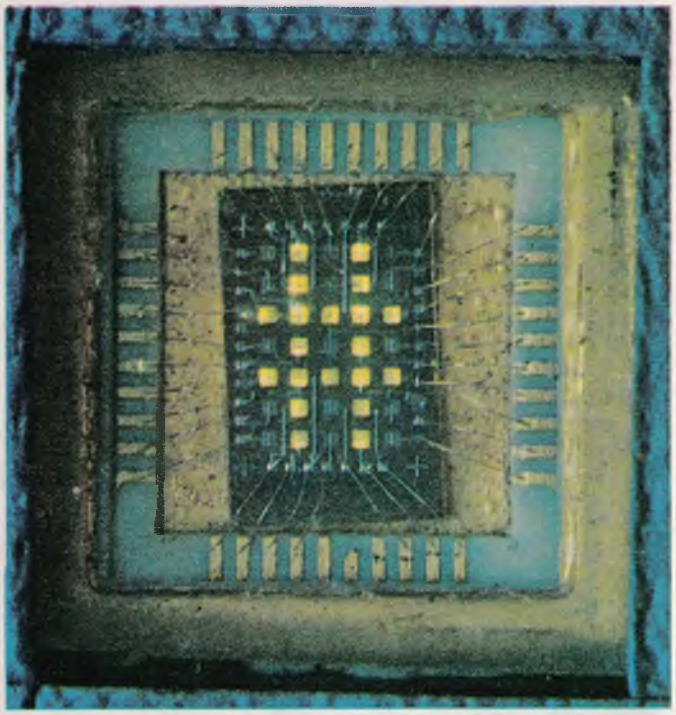
Anot ile katot arasına bir gerilim uygulanarak, anodun katoda göre artı yüklü olması sağlanır. Böylece, katotta üretilen elektronlar, anoda doğru çeki-

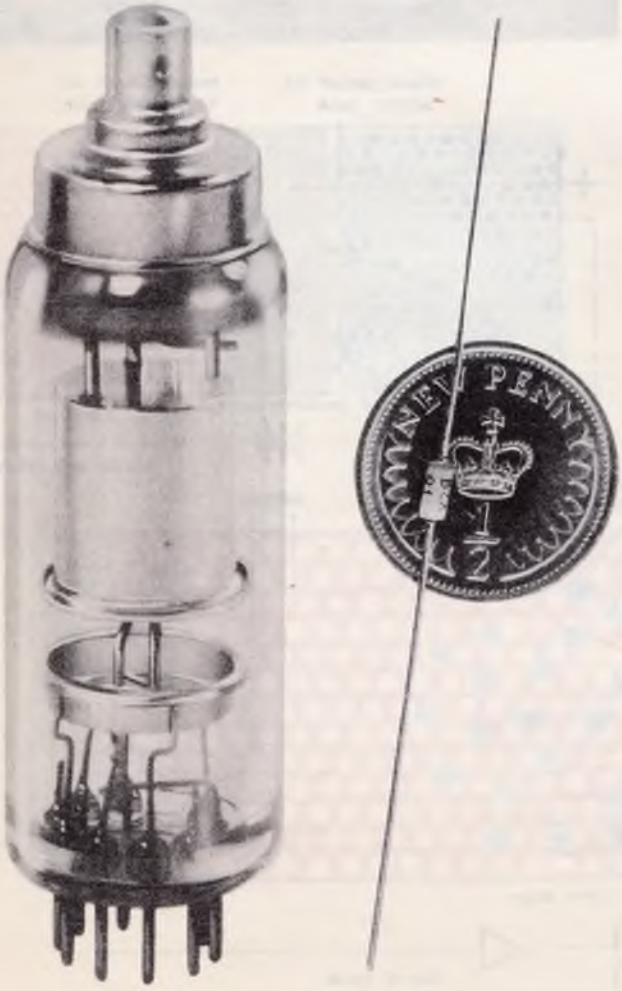


Çeşitli yarıiletken güç diyotları. (sağda) Büyük türlerde bir uç, çıkış biçimindedir; öteki uç ise gövdeyi oluşturur.

Yarıiletken bir diyodun çalışma biçimi. (altta) Delikler ve elektronlar engelden kolayca geçer, ama çok sayıda taşıyıcı, engeli aşamaz. Dıştan uygulanmış bir gerilim bulunmadığından, engelden dönen taşıyıcı sayısı, engeli geçen taşıyıcı sayısına eşittir. Böylece, hiç bir akım oluşmaz. Ters gerilimle engel büyür ve daha az sayıda taşıyıcının engeli aşmasıyla, küçük bir ters akım oluşur. İleri yönde bir gerilim uygulandığında, engel küçülür ve daha çok sayıda taşıyıcı engeli aşıp, büyük bir akım sağlar.







lir ve öğeden akım kolayca geçer. Bu yön, akım geçme yönüdür ve bu durumda öğe, daha çok, bir kapalı devre anahtarına benzer. Ama aygıta uygulanan gerilimin yönü değiştirildiğinde, anotta akım oluşturacak elektron bulunmadığından, hiç akım geçmez. Bu durumda diyot, son derece yüksek bir DİRENÇ gösterir ve tıpkı devreyi açan bir anahtar gibi çalışır. Bazı endüstri uygulamaları dışında, günümüzde, lambalı diyotlar yerlerini, büyük ölçüde yarıiletkenlere bırakmışlardır.

Yarıiletken diyotlar: Yarıiletken diyotlar, silisyum ya da germanyum BİLLUR'undan yapılır. Bu tür diyotlar, tek billurdan kesilmiş ve karşılıklı yüzeyleri farklı özellikler içerecek biçimde değişik maddelerle alaşımlandırılmış, ince bir dilimden oluşur. Bölgelerden biri, n-tipi ('n', çoğunlukta olan eksi yüklü taşıyıcılar anlamına gelir) diye adlandırılır; çünkü bu madde, bol miktarda, iletkenlik sağlayan elektron içerir. Öteki bölge de p-tipi diye adlandırılır; çünkü bu yüzey, elektronların doldurulabildiği çok sayıda boşluk ve delik içerir. Söz konusu delikler, artı yüklerden (bir elektrona eşit ve karşıt yükte; bu nedenle p-tipi diye adlandırılmıştır) oluşur ve n-tipi maddedeki elektronları gibi, billur kafesi içinde serbestçe hareket edebilir.

Billurun içinde, p-tipi ile n-tipi maddeler arasında, bir p-n ara bölgesi ortaya çıkar. Burada elektron ve boşluk sayısı azalır. Çünkü, bir miktar n-tipi madde elektronu, p-tipi maddenin içine sızarak deliklerle, deliklerin bir bölümü de öteki tarafa sızıp elektronlarla birleşir. Bu nedenle, elektronlardan ve boşluklardan birçoğunu tüketen bu bölgeye, *tükenme bölgesi* adı verilir.

Tükenme bölgesi, elektriksel bakımdan, p-tipi ve n-tipi maddelere göre değişik bir özellik gösterir. Diyot özelliklerinin gerçek belirleyicisi bu bölgedir. Tükenme bölgesi, elektronlar ile deliklerin hareketlerine karşı bir doğal engel oluşturur. Başka bir de-

---

Işık veren bir diyot dizisi. (solda üstte) Bu tür yarıiletken öğeler, sözgelimi elektronik hesap makinalarının sayısal göstergelerinde olduğu gibi, gösterge olarak yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Işık, görünür ışık vermesi için, fosforla işlem görmüş bir galyum arsenit diyotunun p-n bölgesinden çıkar. Yarıiletken maddeye fosfor eklenmezse, yayımlanan ışın dalgası, 900-950 nanometre (bir metrenin milyarda biri) arasında, yani görünmeyen kızılötesi bölgede kalır.

Bir lamba diyot (havası boşaltılmış tüp) ve küçük bir katı yapılı diyot. (solda altta) Resimdeki lamba diyot, televizyon alıcısının tüp devresinde bir yüksek gerilim doğrultmacı olarak kullanılmak için hazırlanmıştır ve 20 kV'da çalışır. Yarıiletken diyot ise, ters gerilim uygulandığında, gerilim belli bir değeri aştıktan sonra ara bölge direncinin sıfıra düştüğü bir gerilim referansı ya da Zener diyodu olarak kullanılır.

yişle, tükenme bölgesi, yalnızca birkaç yüksek enerjili elektronun ya da boşluğun tırmanabildiği, kalanların ise geri düştükleri bir duvara benzer.

Gerilim uygulayarak n-tipi bölgenin, p-tipi bölgeden daha eksi yüklü olması sağlandığında, bu engel küçülür, daha çok sayıda elektron ve boşluk öteki tarafa sızar. Söz konusu yüklerin hareketi, geçme yönünde bir elektrik akımı oluşturur. Gerilim ters yönde uygulandığında, engel büyür ve yalnızca çok küçük bir ters akım ya da kaçak akım oluşur.

DİZEL ELEKTRİK TAHRİĞİ

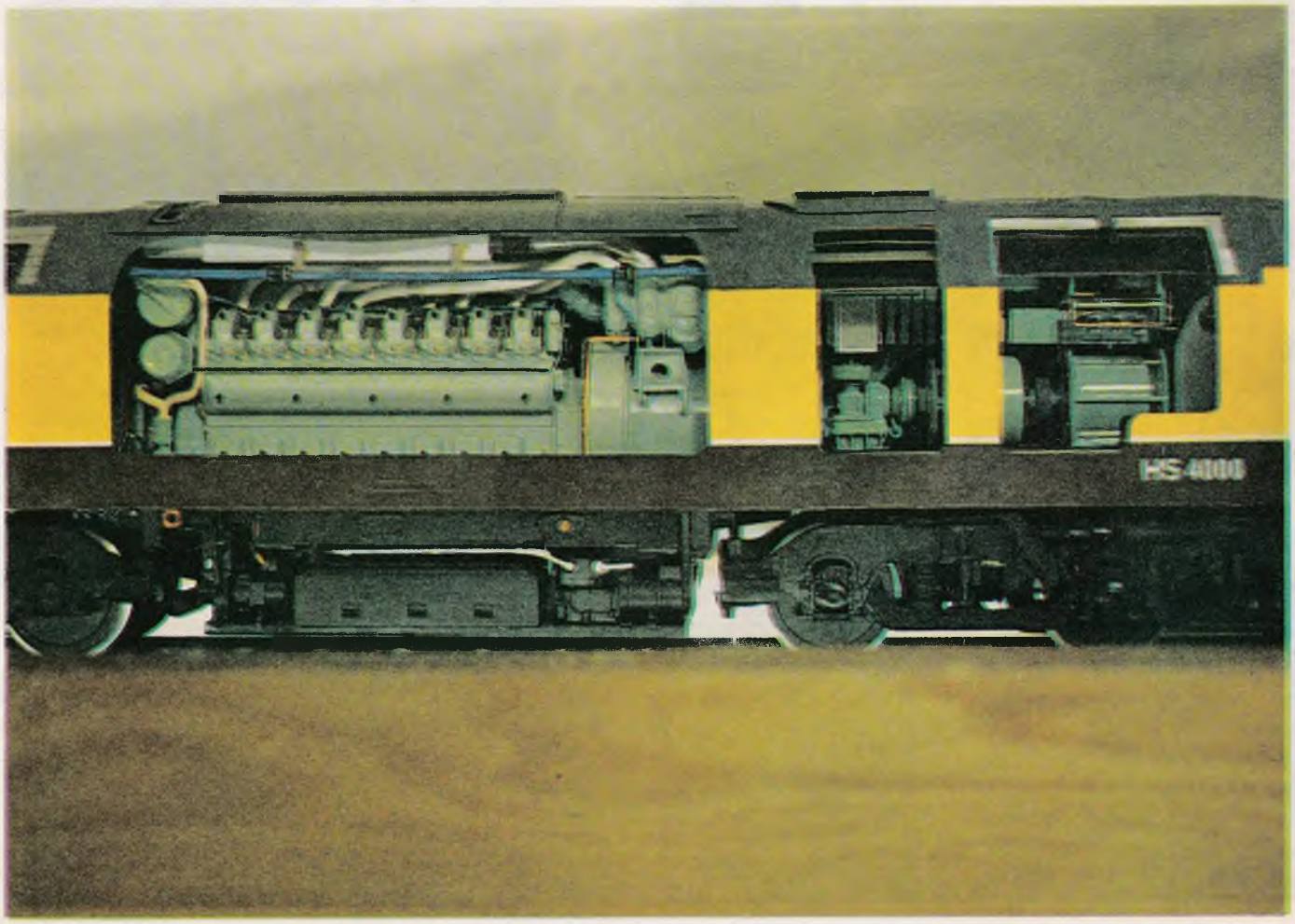
Lokomotiflerin ve motorlu trenlerin güç kaynağı, dizel elektrik sistemidir. Dizel elektrik sistemi, DİZEL MOTORU'nun mekanik gücünü, tekerlekleri döndüren elektrik gücüne dönüştürür.

Tekerleklere mekanik olarak doğrudan bağlı, içten yanmalı motorla çalışan lokomotifler de yapıldı. Ama bunlar, kalkışlardaki büyük yükleri çekemedikleri ve değişen yük gereksinimlerine kolayca uyarlanamadıkları için, başarılı olmadı. Sorun, dizel motorunun kullanılmasıyla çözüldü. Dizel motoruyla tekerleklere, değişik miktarlarda elektrik iletilebiliyordu.

İlk başarılı dizel elektrikli araç 1913'te İsveç'te kullanılan, 75 beygirgücünde (56 kW) bir motorlu trendi. Bu alandaki gelişmeler, Birinci Dünya savaşı sırasında birçok ülkede durakladı, ama 1925'e gelindiğinde, S.S.C.B'nde 1 250 beygirgücünde (933 kW) Lomonosov lokomotifi gerçekleştirilmişti. Üretilen motorların gücü, İkinci Dünya savaşı çıkana kadar, özellikle Kuzey Amerika'da durmadan arttı. Ne var ki, Romanya Devlet Demiryolları'nın 4 000 beygirgücündeki (2 980 kW) lokomotifinde olduğu gibi, bu yüksek güçlere ancak çift birimlerle ulaşılabilmekteydi. Savaştan sonra dizel motorlu trenlerin yapımı yaygınlaştı. 1950'lerde 350 beygirgücünde (260 kW) ve 400 beygirgücünde (295 kW) çok sayıda manevra lokomotifi yapıldı. Bunları, güçleri 3 300 beygirgücünü (2 460 kW) bulan ünlü Deltic lokomotifleri izledi; ama onlar bile iki motorluydu.

Günümüzde kullanılmakta olan güçler, 150 beygirgücü (112 kW) ile 7 000 beygirgücü (5 220 kW) arasında değişmektedir. Düşük güçlerden manevra lokomotiflerinde yararlanılmakta, en yüksek güç ise,

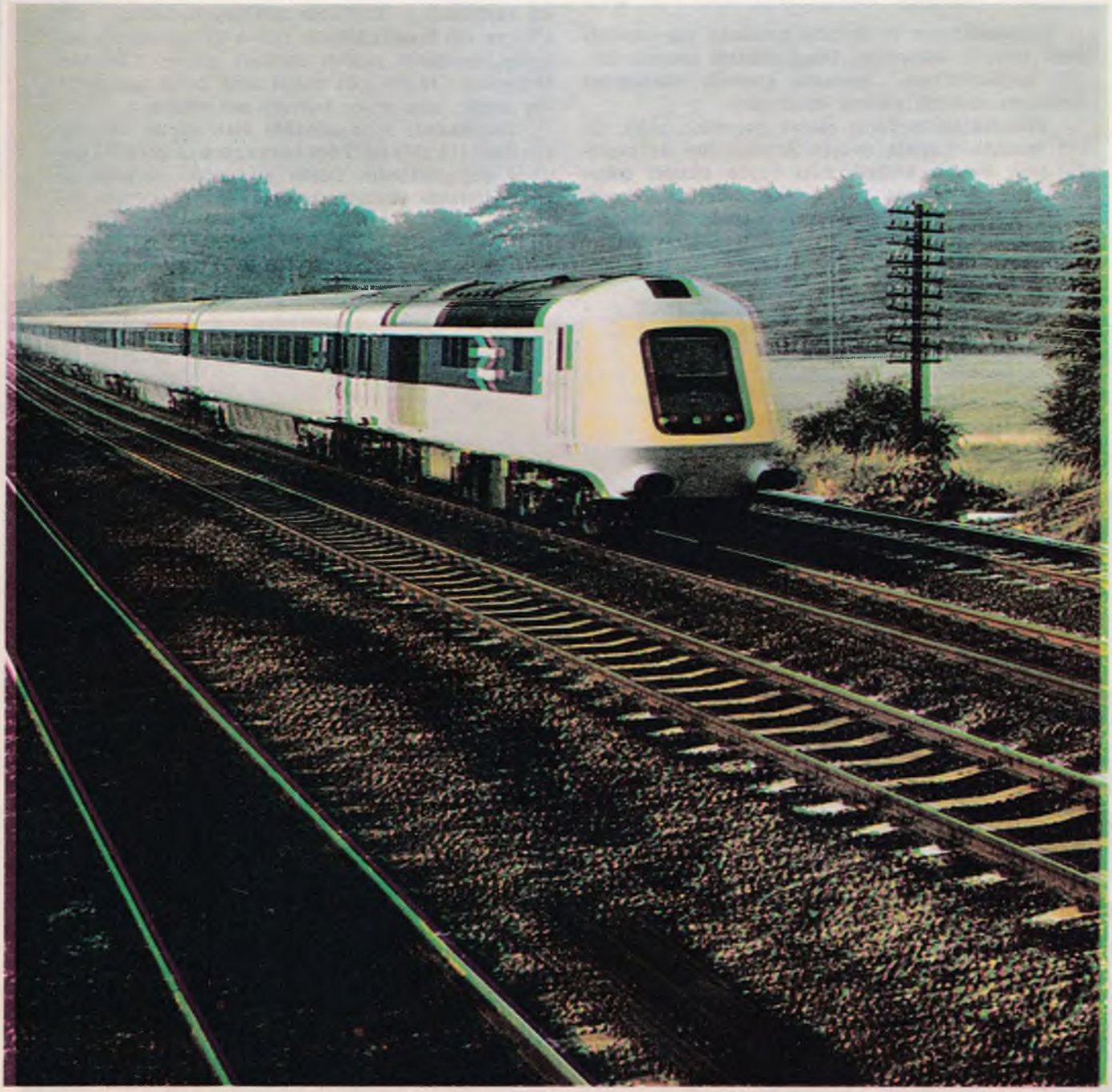
4 000 BG'lük Hawker-Siddeley dizel lokomotifinin maketi. (altta)



iki motorla sağlanmaktadır. Yüksek güçlü lokomotifler, yalnızca yüksek hız sağlama amacıyla kullanılmaz. İnişli çıkışlı bölgelerdeki düşük hızlı ağır yük trenlerini çekmede de, bunlardan yararlanılır.

Yapım: Dizel motoru, seri sarımlı bir DC tahrik motorunu besleyen, bir DC jeneratörüne (Bk. DİNAMO) mekanik olarak bağlanır (bazı küçük araçlarda AC tahrik motorunu besleyen bir ALTERNATÖR bulunabilir). Motor, genellikle susta ya da lastik takozlardan oluşan bir süspansiyonla, boji takımına (alt dingil ve tekerlek takımı) esnek biçimde yerleştirilir. Bununla birlikte, motor bojiye bazen hareketsiz olarak da monte edilir. Bu durumda, esnek bir tahrik bağlantısı kullanılır. Motorun üstündeki bir pinyon dişli, gücü, tahrik tekerleğine bitişik dingile takılı bir dişli tekerleğe iletir. Dişli tekerleğin çapı, pinyonun yaklaşık dört katı kadardır. Burada çoğunlukla 19:92 dişli oranı kullanılır. Tah-

Ülke içi hızlı yolculuk için tasarlanmış, bir İngiliz yüksek hız treni. (altta) Normal geliş gidişlerde en yüksek hızı, saatte 200 km'dir. Saatte 231 km'lik, dünya dizel elektrik tahriği hız rekoru, bu trenindir.



rik tekerleğinin dişli tekerlekten büyüklüğü ise, % 25 — % 50 arasında değişir.

Gerekli güce göre, tahrik motorlarının sayısı altıya kadar çıkarılabilir. Lokomotifin hızı, dört etmene bağlıdır: Dizel motorunun (dolayısıyle jeneratörün) hızına; jeneratörün uyarılmasına (jeneratör, tahrik motorlarının gerilimini denetler); tahrik motorunun tam (ya da zayıf) alanda çalışmasına; pinyonun ve dişli tekerleğin dişli oranına.

Genellikle motor, jeneratörün akü yardımıyla, seri sarımlı bir motor gibi kullanılması sayesinde harekete geçirilir. Jeneratörde bu iş için ek bir alan sargısı vardır. Motor döndürülünce ateşleme yapar ve rölanti hızına erişir. Bundan sonra, marş devreleri normale döndürülür.

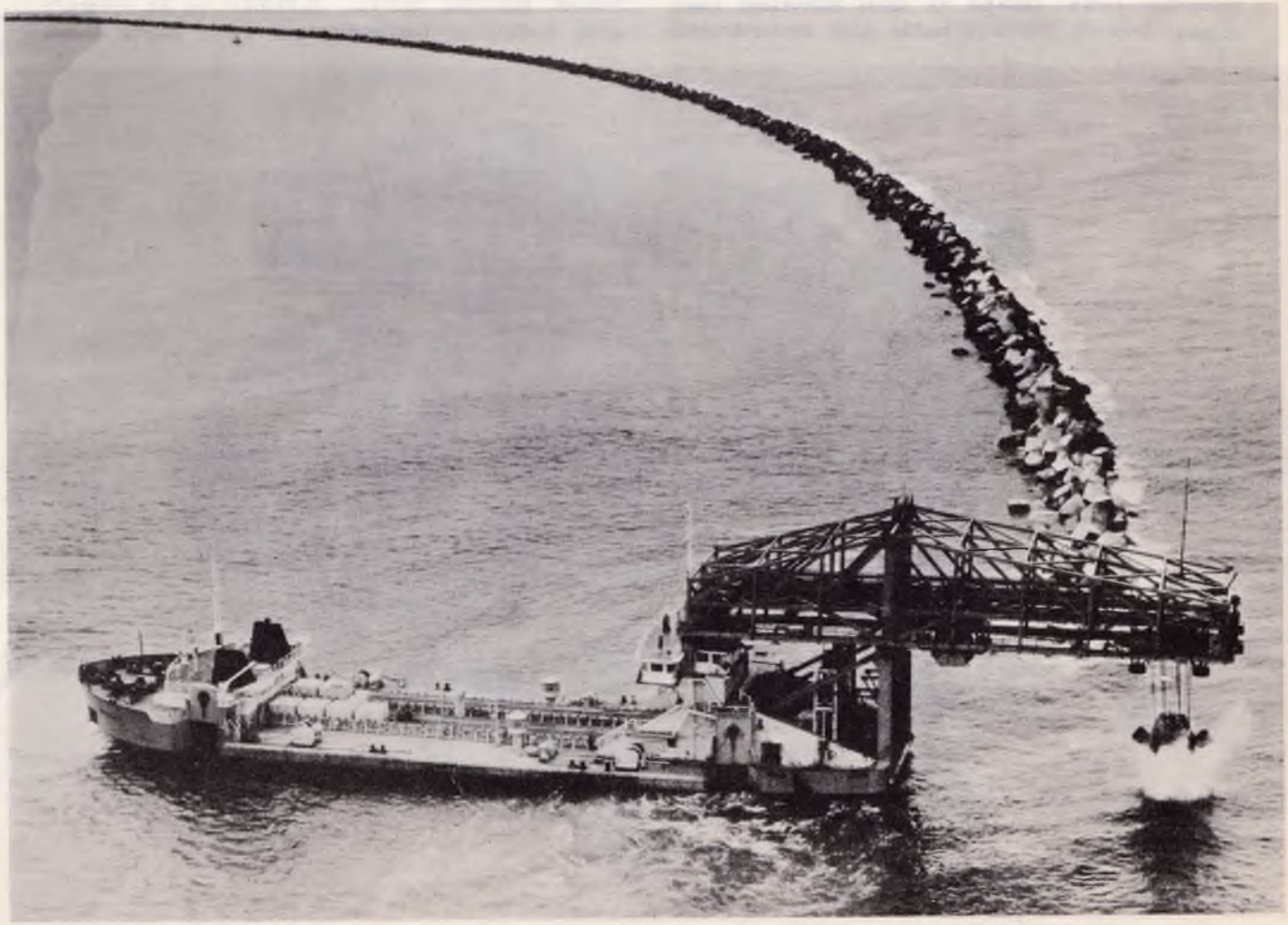
Ayrıca, bir yardımcı jeneratör vardır. Yardımcı jeneratör, ya kayış ve dişliler yardımıyla ana jeneratör tarafından çalıştırılır ya da ana jeneratör miline bağlanır. Genellikle DC olan bu jeneratör, yardımcı ve kumanda devrelerle birlikte aküyü beslemede kullanılır. Yardımcı jeneratörün çıkış geriliminin, yani akü-şarj geriliminin değişmez olması için, bir GERİLİM DÜZENLEYİCİ'den yararlanılır.

Aküler, 12 V ve 24 V'luk araçlarda kullanılan ve iki 12 V'luk aküden oluşan en küçük tipler ile dünyanın birçok yerinde standart olan 110 V arasında değişir. Yalnızca Avustralya ve Amerika'da bazı araçlarda 74 V'luk akü kullanılır.

Kumanda: Aracın kumandası, gruplar halinde düzenlenmiş ve yanlış işlemleri önlemek için birbirine bağlanmış, kamla işleyen bir dizi anahtardan oluşan bir ana kumanda devresiyle gerçekleştirilir. *Kumanda grubu* aracın hızını, *ters grup* ise yönünü belirler. Ters grup, her tahrik motorunun alan devresindeki bir şalteri çalıştırır ve alan akımının yönünü değiştirir. Endüvi akımının yönü ise aynı kalır. Böylece motor ters yöne dönerek, aracın da ters yönde gitmesini sağlar.

Kumanda grubunun ve devrelerinin işlevi, ana

Dizel elektrik gücünün başka bir uygulaması. Rotterdam limanının girişinde kullanılan «Norma» adlı tekne (altta) yeni bir dalgakıran oluşturmak için 43 tonluk beton blokları taşımaktadır. 'Norma'da 1 000 BG'lük dört dizel motoru vardır. Dizellerin her birinde, hem ön ve arkadaki iki pervaneye güç sağlayan, hem de büyük bir manevra yeteneği kazandıran bir bileşik alternatör bulunur.



jeneratörün uyarılmasını, böylece de tahrik motorlarına verilen jeneratör çıkış gerilimini ayarlamaktadır. Bu genellikle, jenaratörün şönt alanına seri bağlı direnç miktarı değiştirilerek yapılır. Değişken DİRENÇ ÖGESİ, dizel motor REGÜLATÖR'ünün kumandası altındaki yük regülatörünün bir parçasıdır.

Motor en yüksek hızda, jeneratör de en yüksek hız ve uyarımdayken, araç, *tam alan* koşullarında en yüksek hızına erişir. Bu durumda, bütün tahrik motor alanlarına paralel bir direnç bağlanırsa, endüvi akımının bir bölümü saptırılır. Bu da, tahrik motorunun hızının artmasına neden olur. Olaya *zayıf alan* ya da *tahrik motoru alan saptırması* adı verilir ve motor gücünün tümünün kullanımını sağlar.

Çeşitli devreler, aşırı yük röleleriyle, devre kesicilerle ya da sigortalarla korunur. Bir bozukluk olduğunda, güç, devreden çıkarılır ya da kesilir. Bazı hatalar, sürücünün önündeki ışıklı tablodan anlaşılır.

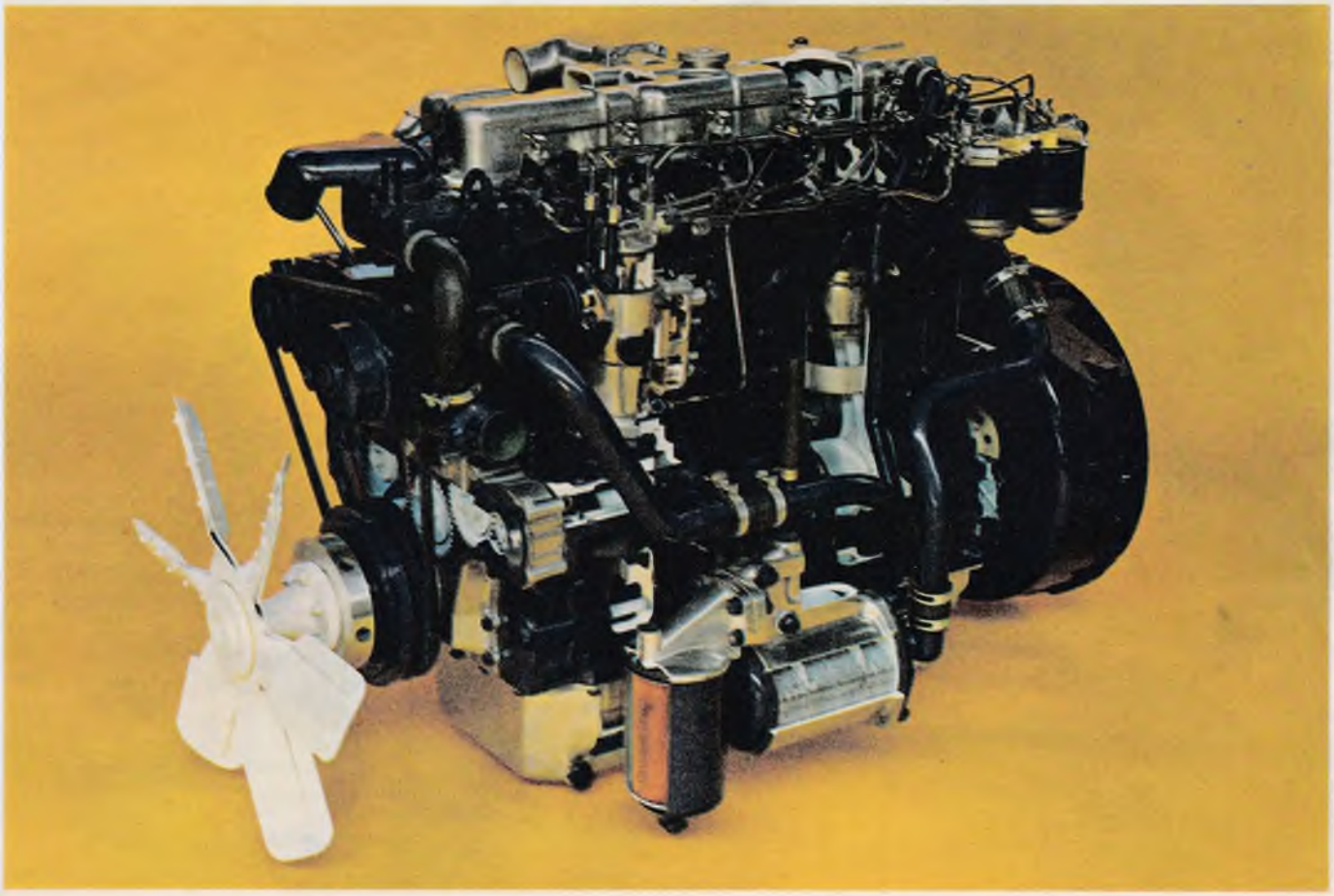
DİZEL MOTORU

Dizel (ya da Diesel) motoru, bulucusu Rudolf Diesel'in adını taşır. Diesel, yıllarca süren araştırmalardan sonra, 1897'de ilk dizel motorunu çalıştırmayı başardı. 1920'lere kadar dizel motorlarındaki gelişmelerin büyük bir bölümü, Almanya'da gerçekleştirildi. Birinci Dünya savaşı sırasında, denizaltılar için yapılan motorlardan büyük deneyim kazanıldı. Bu motorlarla ilgilenen başlıca şirketler, MAN ve Daimler-Benz'di (Mercedes-Benz arabalarının yapımcısı).

Kara taşımacılığında kullanılabilecek dizel motorları yapmak için, 1898'den sonra birçok girişimde bulunulmuştu; ama ilk başarılı motor 1922'de üretildi. 1920'lerde bu tür dizel motorları, iki, dört ya da altı silindirli olabiliyor ve 40-50 beygirgücü üretiliyordu.

Dizellerden denizcilikte yararlanma çalışmalarına, 1910'da başlandı. Ama ancak 1929'da, A.B.D'nde Cummins ile İngiltere'de Gardner'ın tasarımlarıyla, bu motorlar küçük teknelerin çalıştırılmasında kullanılabilecek duruma getirilebildi. Söz konusu motorlar, daha sonra kara taşıtlarına da uyarlandı.

1930'larda motor güçleri sürekli arttı. İkinci Dünya savaşı başladığında, dizel motorları kara taşımacılığında, demiryolu lokomotiflerinde, traktörlerde, inşaatlarda, gemilerde ve endüstride güç kaynağı olarak yaygın bir biçimde kullanılıyordu. Ama otomobillerde, motosikletlerde ve uçaklarda, dizel motoru performans bakımından benzin motorunu geçemedi. Bununla birlikte, dayanıklı ve az masraflı olma özelliğinin performanstan daha büyük önem



taşıdığı taksilerde, kullanılmaktadır.

Çalışma ilkeleri: Dizel motoru, benzin motoru gibi, bir tür içten yanmalı motordur. Ortak özelliklerinin çokluğuna karşılık, bu iki motorun çalışma ilkelerinde önemli farklar vardır. Benzin motorunda yakıt ile hava, karbüratörde karışır. Karışım, pistonun aşağı vuruşu sırasında, silindirin üstündeki yanma odasına dolar. Pistonun yukarı çıkışı, karışımı ilk hacminin altı ile onda biri arası bir hacime indirecek derecede sıkıştırır. Piston üst ölü noktaya vardığında, karışım, ateşleme bujisinin çıkardığı bir kıvılcımla ateşlenir. Karışımın yanma sonucu genişlemesi, pistonu yeniden silindir boyunca aşağı iter (güç zamanı).

Oysa bir dizel motorunda, piston aşağı inerken, silindire yalnızca hava dolar. Piston yukarı çıkınca bu hava sıkıştırılır, ama sıkıştırmanın derecesi benzin motorundakinden çok daha yüksek (12:1 ile 25:1 arası) olduğu için, havanın sıcaklığı 500 C'ın üstüne çıkar. Piston üst ölü noktaya yaklaşırken, silindire, üstteki bir enjektör memesinden biraz yakıt püskürtülür. Yakıt, sıkıştırılma sonucu ısınmış olan havayla karışınca, kendiliğinden tutuşur.

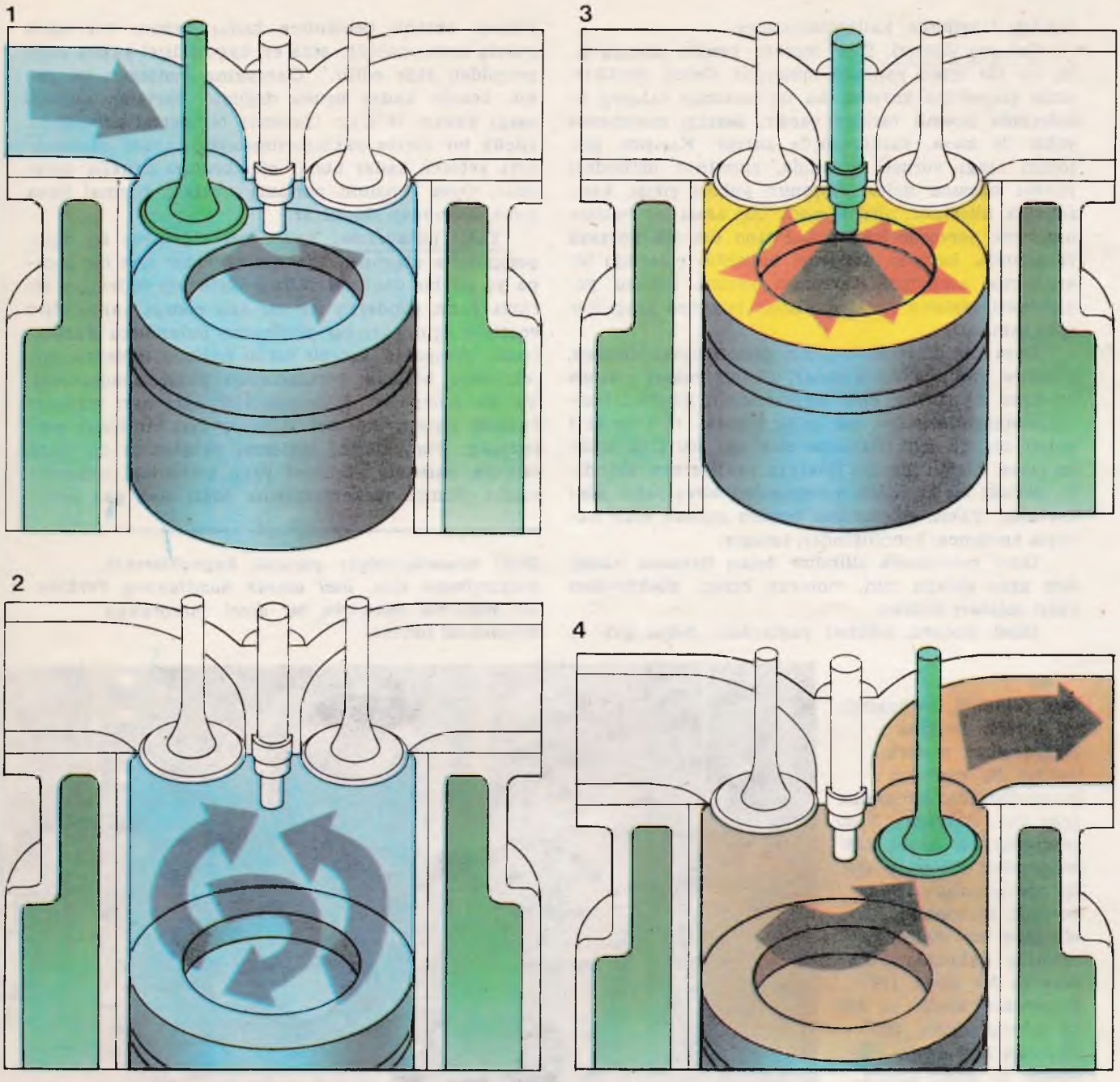
Dizel motorunda silindire dolan havanın hacmi hep aynı olduğu için, motorun hızını, püskürtülen yakıt miktarı belirler.

Dizel motoru, bitkisel yağlardan, doğal gaz ve yüksek oktanlı benzinlere kadar hemen her türlü yakıta uyarlanabilir; ama en uygun dizel yakıtı, ham petrolden elde edilir. Gazyağına benzeyen bu yakıt, benzin kadar uçucu değildir. Parlama noktası aşağı yukarı 75°C'tır (ısıtılmış bir petrol ürününün, küçük bir alevin yaklaştırılmasıyla anında parlamasına yetecek kadar buhar oluşturduğu sıcaklık derecesi). Oysa benzinin parlama noktası, normal hava sıcaklıklarından düşüktür.

Yakıt püskürtme: Yakıt, her enjektöre bir yakıt pompasıyla ulaştırılır. Ya her enjektör için bir pompa ya da bir dağıtma valfı yoluyla her enjektöre sırayla yakıt gönderen tek bir ana pompa vardır. Her enjektör için ayrı bir pompanın bulunduğu durumlarda, pompalar, tek bir birim halinde toplanıp, enjektörlere besleme borularından yakıt gönderebilir. Ya da pompalar ile enjektörler ayrı ayrı birimler halinde birleştirilip, her silindire ayrı bir birim yerleştirilir. Pompaların, motorun çalıştırdığı bir kam milince harekete geçirilen yaylı pistonları (plancır) vardır. Pompa mekanizmasına bağlı olan gaz peda-

Dizel motorlarındaki gürültü kaynaklarının araştırılması için, özel olarak hazırlanmış Perkins ses soğurma odasında, bir dizel motorunun denenmesi (altta).

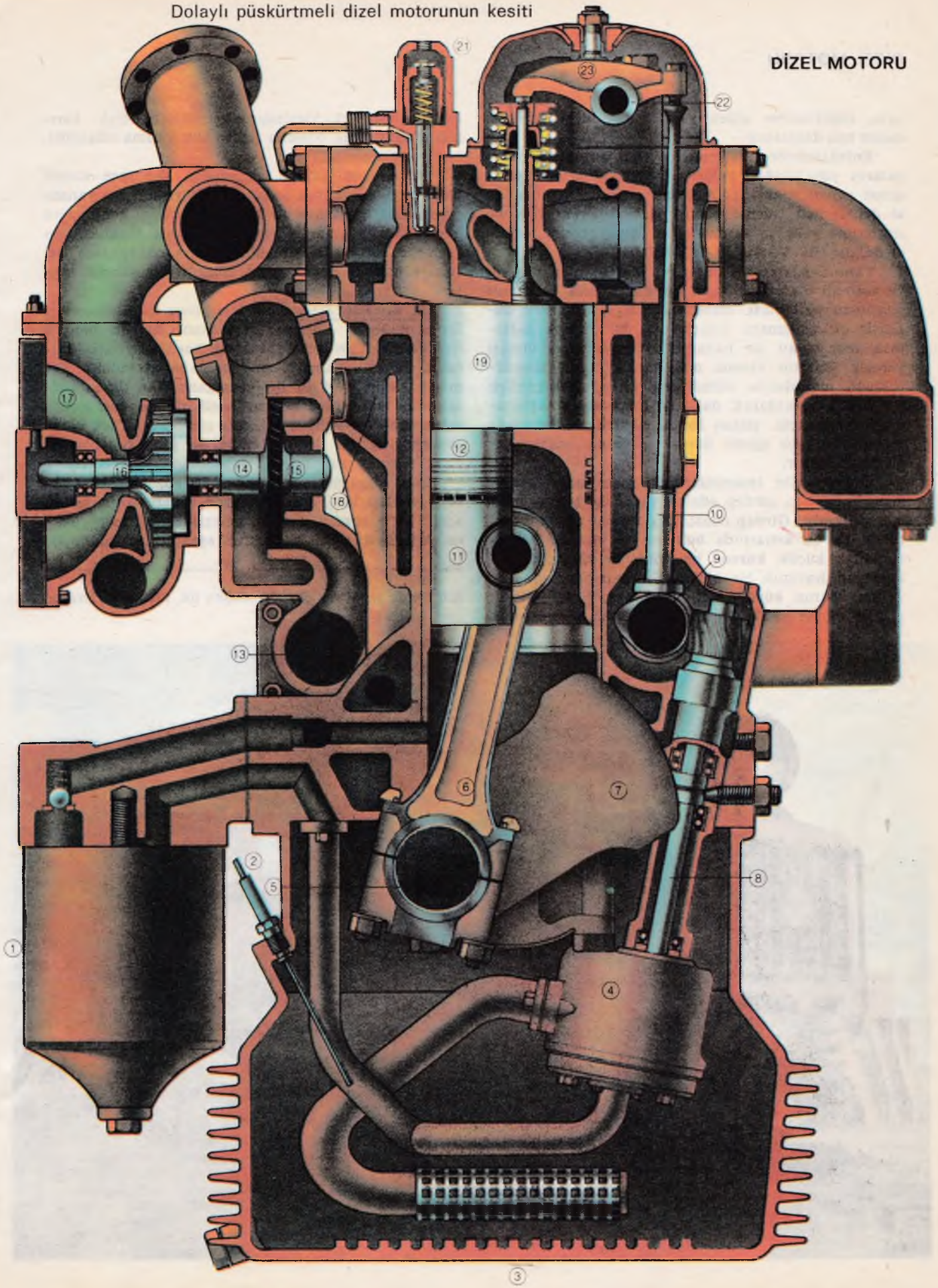
Altı silindirli, türboşarjlı 5,8 litrelik Perkins T6,354 dizel motoru. (solda) Bu motorun karayollarında kullanılan yeni tipi, dakikada 2 600 çevrimlik bir hızda 140 beygirgücü üretir ve 480 kg ağırlığındadır. Buna karşılık, türboşarjlı olmayan bir motor, yalnızca dakikada 2 800 devirlik bir hızla 118 beygirgücü üretir ve 420 kg ağırlığındadır. Bu motorun türboşarjlı sanayi ve deniz tipleri, dakikada 2 500 devirlik bir hızla 160 beygirgücü üretir. Dizel motorlarının deniz modellerinde, kara taşıtlarında olduğundan daha yüksek güçler elde edilebilir, çünkü daha iyi soğutma olanağı vardır. Deniz dizelleri genellikle, soğuk deniz suyuyla beslenen bir ısı değiştiriciyle soğutulan, kapalı devre tatlı su sistemiyle soğutulur.



Dört zamanlı bir dizel motorunun yanma çevrimi.
1. Emme: Emme supabından silindire hava girer.
2. Sıkıştırma: Piston yükselerek, silindirdeki havayı normal bir benzin motorunda olduğundan çok daha yüksek oranlarda sıkıştırır.
3. Ateşleme: Çok yüksek sıcaklıktaki sıkıştırılmış hava, yakıt püskürtülerek bir patlamayla (kendiliğinden) tutuşturulur ve pistonun aşağı itilerek krank milini döndürmesi sağlanır.
4. Egzoz: Tutuşma sırasında oluşan gazlar pistonun yukarı vuruşu sırasında dışarı atılır.

1. Yağ filtresi
2. Yağ çubuğu
3. Yağ emme borusu
4. Yağ pompası
5. Krank mili
6. Piston kolu
7. Krank kolu
8. Yağ pompası mili
9. Kam mili
10. Tapet
11. Piston
12. Yağ segmanı ve kompresyon segmanı
13. Türboşarjörün egzoz borusu
14. Türboşarjör mili
15. Türboşarjör türbini
16. Kompresör
17. Hava giriş borusu
18. Su gömleği
19. Silindir gömleği
20. Hava supabı
21. Enjektör
22. Külbütör muylusu
23. Külbütör

Dolaylı püskürtmeli dizel motorunun kesiti



lıyla, enjektörlere giden yakıt tutarı değiştirilerek, motor hızı denetlenir.

Enjektörlerde, ateşleme çevrimi sırasında pompaların püskürttüğü yakıtın basıncıyla açılan, yaylı iğneli supapcıklar vardır. Yakıt, enjektörün ucundaki deliklerden (memelerden) püskürtülerek, ince bir sis haline gelir ve yanma odası içine gerekli biçimde dağılır (Bk. YAKIT PÜSKÜRTME).

Yanma odaları: Yakıt-hava karışımının düzenli ve aşamalı olarak yanması gerekir. Çünkü karışımın apansızın patlaması, «dizel vurması» adı verilen düzensiz bir çalışmaya yolaçar. İyi bir yanma sağlamak için, yakıt ile havanın iyice karışmış olması gerekir. Yakıtın yanma odasına doğrudan püskürtüldüğü motorlarda, silindirdeki hava sıkıştırılırken bir girdap yaratılarak, daha iyi bir karışım sağlanabilir. Bu amaçla, piston başına, sıkıştırma sırasında havanın silindir içinde hareket etmesini sağlayacak bir biçim verilir.

Öteki motor tasarımlarında, yanmanın yetkinleştirilmesi için, *girdap odaları* ya da *ön yanma odaları* kullanılır. Girdap odası, ana yanma odasının üstünde ya da kenarında bulunan ve ona bir olukla bağlanan küçük, küresel bir bölmedir. Silindirde sıkıştırılan havanın bir bölümü, girdap odasına girer ve bu odanın küre biçiminde olması nedeniyle bir girdap oluşur. Yakıt, girdap odasına püskürtülür. Böylece hazırlık ateşlemesi gerçekleştirilerek, karışım, ana yanma odasına itilir. Ana yanma odasında, tam yanma ortaya çıkar.

Yakıt, ana yanma odasına birkaç ince olukla bağlı olan ön yanma odasına püskürtülür. Ön yanma odasındaki karışımın bir bölümü, tutuşup genleşir ve geri kalan yanmamış yakıtı, bağlantı oluklarından geçmeye zorlar. Bu oluklardan ana odaya ince bir fıskıye halinde geçen yakıt, düzgün bir yanma sağlar.

İki zamanlı dizel motorları: Bazı dizel motorları iki zamanlıdır. Bunlar, iki zamanlı benzin motoru için gerekli olan hava-yakıt-yağ karışımı yerine, yalnızca havayla çalıştıklarından, daha verimlidir. Temiz havanın içeri alınıp egzoz gazlarının dışarı atılmasına, «süpürme» denir. Dizellerde en çok kullanılan süpürme yöntemleri, *ters süpürme* ve *tek akışlı süpürme*dir. Her iki yöntemde de, giriş supaplarına hava basmak için hava pompasından yararlanılır.

Ters süpürme sisteminde, piston, alt ölü noktaya yaklaşırken, giriş ve egzoz supaplarının ağzını açar. Giriş supabı havayı, pompadan silindire doğru verir.Bu da egzoz gazlarının aşağı itilmesine ve si-

A.B.D'nde yapılmış, dizelle çalışan ilk lokomotiflerden biri. (altta)

lindirin karşısındaki egzoz deliğinden dışarı çıkmasına yolaçar. Piston yukarı çıkarken, supapları örterek, silindirin her yanını kapatır ve silindirin üst kesimine yakıt püskürtülmeden önce, temiz havanın sıkıştırılmasını sağlar.

Tek akışlı süpürmede de, silindirin kenarında bir giriş supabı vardır; ama egzoz gazları, yanma odasının üstünde bulunan bir ya da daha çok sayıda kapakçıktan dışarı atılır. Kapakçıklar, giriş supabının üstünün açılmasından hemen önce açılır. Böylece hâlâ basınç altında bulunan gazlar, silindirden dışarı akmaya başlar. Bu yolla çıkmamış olan gazlar da, hava pompasının yukarı doğru bastığı temiz havayla dışarı itilir.

İki zamanlı dizel motorlarının bazıları, karşılıklı piston ilkesine göre çalışır. Bu motorlarda, aynı silindir içinde karşılıklı iki uçtan ortaya doğru ve birbirlerine karşıt olarak hareket eden iki piston vardır. Pistonlar, bir krank düzeniyle aynı krank miline ya da bir dizi dişliyle birleştirilen ayrı ayrı krank millerine bağlanabilir. Giriş ve egzoz supapları silindirin uçlarına yakın yerlerde, yakıt enjektörü ise ortada bulunur. Ateşleme noktasında, piston başları birbirine çok yakındır; yanma, bunları ters yönlerde geri iter. Pistonlardan biri, öteki piston giriş deliğinin üstünü açmadan hemen önce, egzoz supabının üstünü açar; egzoz gazlarının büyük bir bölümü basınçla dışarı atılır. Geri kalan egzoz gazları da, giriş supabı açıldığı zaman içeri basılan havanın basıncıyla dışarı çıkar.

Aşırı doldurma: İçten yanmalı motorların güçleri, *aşırı doldurma*yla önemli ölçüde yükseltilebilir. Dizel motorlarında, benzin motorları için gerekli olan benzin-hava karışımı yerine, yalnızca hava kullanılır. Bu yüzden, dizel motorları, aşırı doldurma işlemi için çok uygundur. SÜPERŞARJÖR (aşırı doldurma kompresörü), silindire, pistonun aşağı hareketiyle doldurulabilecek olandan daha fazla hava doldurur. Böylece, belli hacimli bir silindir içinde, başka motorlarda olduğundan daha çok yakıt-hava karışımı yakılabilir ve motorun büyüklüğü artırılmadan daha çok güç elde edilir. Süperşarjör, motorla çalıştırılan bir tür KOMPRESÖR'dür. Hem iki, hem de dört zamanlı dizellerde kullanılan pistonlu, burgulu ya da santrifüjlü birçok türü vardır. *Türboşarjörler*, egzoz gazlarından güç sağlayan küçük bir TÜRBİN'le çalıştırılan, aşırı doldurma kompresörleridir.

Çalıştırma: Yakıtın doğrudan doğruya yanma odasına püskürtüldüğü dizel motorları soğukken çalıştırılabilir. Yalnızca çok büyük dizellerde, çok güçlü marş motorlarına gerek vardır. Ne var ki, ön yanma (ya da girdap) odaları bulunan motorların çalıştırılması zor olabilir. Bunlarda, genellikle elektrikle çalışan, enjektörlerin yanına yerleştirilen ve yanma odalarındaki havayı önceden ısıtıp, motor ısınıncaya kadar yakıtın buharlaşmasına yardımcı olan ısıtma fişlerinden ya da bobinlerinden yararlanılır.

Küçük motorların elle çalıştırılması, oldukça kolaydır. Aynı yöntem, daha büyük modellerde de, bir tür enerji depolamasından yararlanılarak kullanılabilir. Bu, büyük bir volan döndürülüp, yeterince hızlı dönmeye başladığı zaman motorla bağlantılanarak ya da bir el pompasıyla hidrolik bir silindir içinde basınç oluşturulup, sonra bu enerji, motorun krank mili üstündeki küçük bir dişliyi çalıştıran bir kremayere aktarılarak yapılabilir. Bazı durumlarda, kolayca çalıştırılabilen küçük bir motoru, büyük bir motorun marş motoru olarak kullanmak da olanaklıdır.

Kullanıldığı yerler: Dizel motoru çok kolay uyarlanabilen bir güç kaynağıdır. Birçok türü üretilen bu motorlar, havayla ya da suyla soğutulabilir; iki ya da dört zamanlı olabilir; aşırı doldurulabilir ya da doldurulmayabilir ve çok çeşitli yakıtlarla çalıştırılabilir. İnşaatlarda ve ticari taşıtlarda nerdeyse yalnızca dizel motorları kullanılır. Ayrıca bazı otomobillere ve büyük uzaklıklar aşan taşıt araçlarına da, gittikçe daha çok dizel motoru takılmaktadır. Lokomotiflerin birçoğu dizelle ya da DİZEL ELEKTRİK tahriğiyle çalışır. Traktör ve biçerdöver gibi çok sayıda tarım aracının çalıştırılmasında da, dizelden yararlanılır.

Sanayi için güç kaynağı sağlayan hareketsiz birimler arasında, kompresör ve jeneratör çalıştırıcıları da vardır. Deniz dizelleri ise, denize indirme araçlarında, yatlarda, balıkçı gemilerinde, bazı yüksek hızlı donanma gemilerinde, römorkörlerde, hız teknelerinde ve daha birçok küçük araçta kullanılır.

Gelecekte, küçük ve hafif gaz türbinlerinin, dizel motorlarının yerini alması beklenmektedir. Ayrıca, düzgün işleme ve derli topluluk gibi türbine özgü nitelikler ile geleneksel dizel motorunun esnekliğini birleştiren, rotatif Wankel tipi dizel motorlarını geliştirme konusunda da çalışmalar sürdürülmektedir.

DOĞRU AKIM Bk. ELEKTRİK

DOĞRULTMAÇ

Gerilimi TRANSFORMATÖR'lerle değiştirilebildiği için, ALTERNATİF AKIM'ın dağıtımı daha kolaydır. Bununla birlikte, birçok uygulamada, bir değişmez doğru akım çıkışı veren kaynak gerekir.

Doğrultma, alternatif akımı, doğru akıma çevirme işlemidir. Alternatif akım, sürekli olarak akış yönünü değiştirir. Bir yönde en yüksek değerine çıkar, sıfıra düşer ve sonra ters yönde gene en yüksek değerine çıkar (Bk. SİNÜS DALGASI). Böyle sürekli değişen akımı tek yönlü akıma çevirmek için, bir yöndeki akımın geçmesine izin verip, öteki yöndeki akımı geçirmeyecek bir aygıt gereklidir. Bu tür aygıtlara DİYOT adı verilir.

Bir diyota alternatif akım uygulandığında, akım, yalnızca tek yöndeki yarı çevrimlerle geçer. Ortaya kesikli, ama tek yönde bir akım çıkar. Buna, *yarı dalga doğrultma* adı verilir. Alternatif akım çevri-

minin iki yarımı da kullanılırsa, verim artar. Bu da, her biri çevrimin bir yarımını geçirecek biçimde düzenlenmiş iki diyot kullanmakla sağlanır ve *tam dalga doğrultma* diye tanımlanır.

Doğrultmaç türleri: Doğrultma için aranan tek yönlü iletimi sağlayan aygıtlar, iki grupta toplanabilir: Termoiyonik tür; yarıiletken tür.

Diyotun en yalın biçimlerinden biri, iki elektrotlu termoiyonik VALF'dır. İletkenliği sağlayan elektronlar, *katodun* ısıtılmasıyla üretilir ve *anoda* doğru (bu elektrot artı yüklü olduğu sürece) çekilir. İki elektrodun bir alternatif akım kaynağına bağlanmasıyla, ardışık yarı çevrimler iletilir. Yani bu sistem, yarı dalga doğrultma verir. Buna ikinci bir anot eklenerek, tam dalga doğrultma yapılabilir.

Termoiyonik valflar, ya havası boşaltılmış (vakumlu tür), ya cıva buharı ile doldurulmuş (cıvalı ark türü) ya da düşük basınçta asal gazla doldurulmuş (sıcak katot gazlı doğrultmaç) olabilir. Sıcak katot gazlı diyotlarda, doldurulmuş olan gaz, iletim sırasında iyonlaşarak, iletici ek elektronlar üretir. Gazla doldurulmuş olan aygıtlar, havası boşaltılmış olanlardan daha verimlidir ve yüksek akımlı doğru akım kaynaklarında kullanılır.

Bir başka önemli termoiyonik aygıt da, *cıvalı ark* doğrultmacıdır. Elektronlar, bir metal cıva havuzu olan katodun yüzeyinde, kıvılcımla ısınan sıcak bir noktadan salınırlar. Lamba içindeki anot, alternatif akım kaynağı tarafından artı yükle yüklendikçe, elektronları çeker.

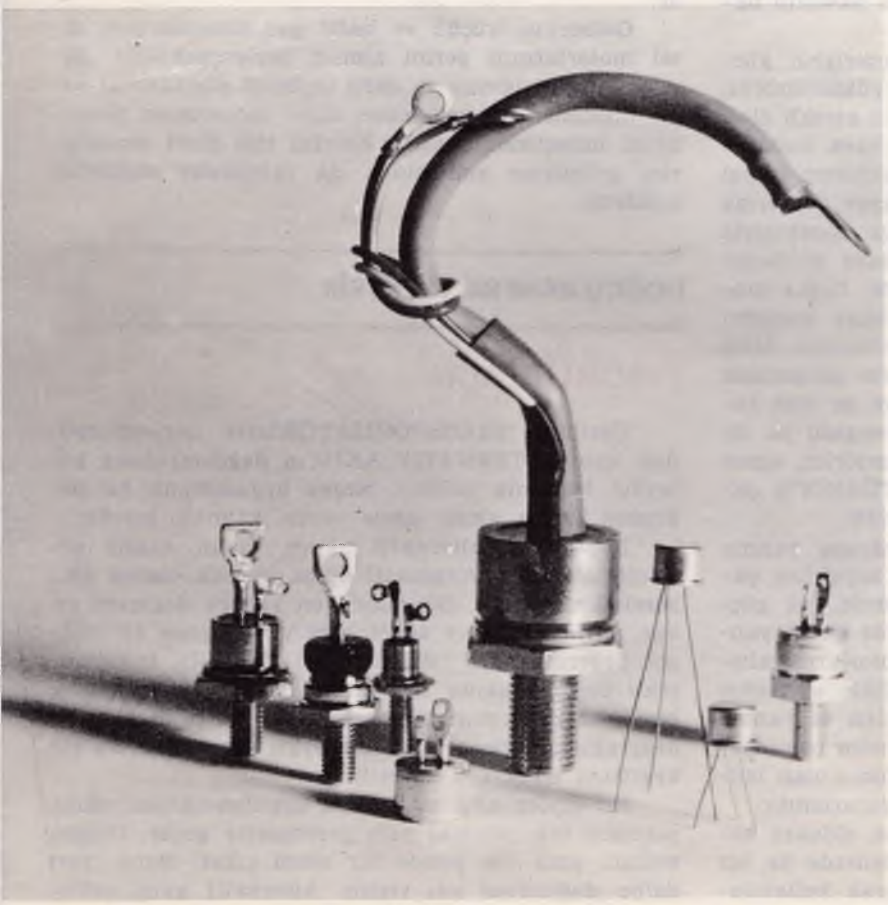
Doğrultmacın çıkışı, küçük, ikinci bir elektrik uyarımıyla denetlenebilir. Bunun için, tüp içinde üçüncü bir elektrot ya da *ızgara* kullanılır. Bu tür aygıtlara *tiratron* adı verilir.

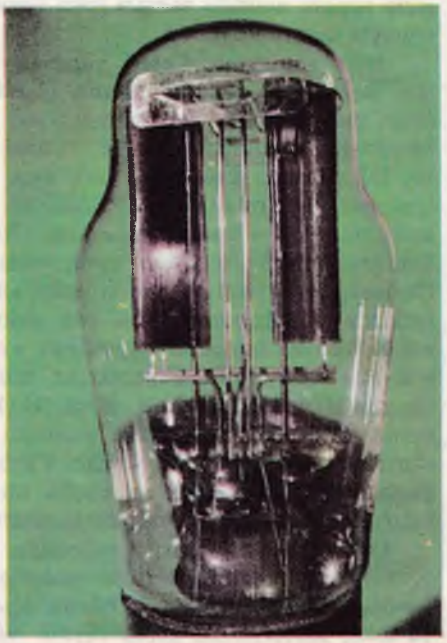
Katı yapılı doğrultmaçlar: Bu tür doğrultmaçlar, ikiye ayrılabilir: Metal yapılı doğrultmaçlar; YARIİLETKEN aygıtlar.

Metal doğrultmaçta tek yönlü iletkenlik, metal ile üstünde yeralan kaplama arasında gerçekleşir. İki temel ticari türü vardır: Bakır oksitli doğrultmaç; selenyumlu doğrultmaç. Metal ile kaplama arasındaki tabaka, akımın bir yönde iletilmesine izin verirken, ters yönde geçen akıma büyük DİRENÇ gösterir.

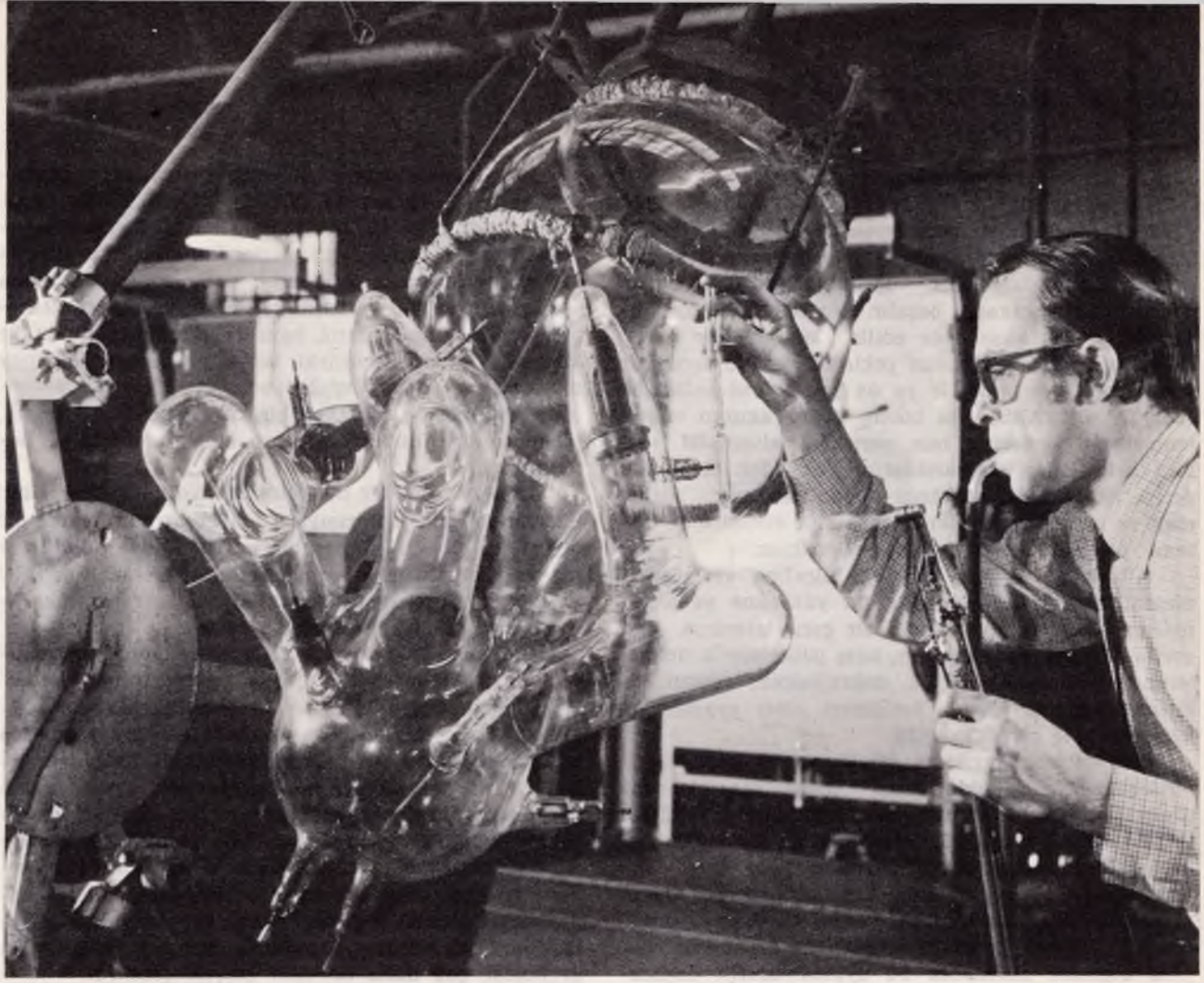
Bakır oksitli aygıtlarda, bakır bir diskin üstünde, bakır oksit kaplama vardır. Selenyumlu doğrultmaçlar ise, genellikle üstüne kurşun kaplanmış selenyum tabakasından oluşur. Her iki aygıt da disk biçiminde yapılır. Disklerin sayısı, istenilen kapasiteye erişilmesi için artırılabilir. Üretimi kolay olan bu doğrultmaçlar, ucuz ve sağlamdır. Bakım istemezler. Bakır oksitli çeşitleri, çoğunlukla düşük güçteki aygıtlarda, selenyumlu çeşitleri ise, orta ve yüksek gerilimli uygulamalarda kullanılır.

Doğrultma uygulamalarında, yarıiletkenler de kullanılmaktadır. Silis ya da germanyum, içlerine



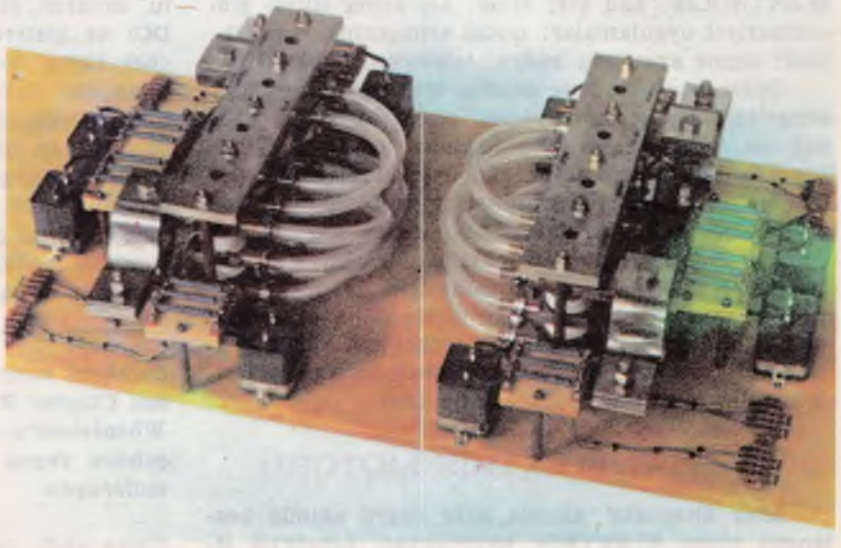


Termoiyonik türden bir doğrultmaç. (üstte) En yaygın termoiyonik doğrultmaçlar, vakumlu ve gaz doldurulmuş tiplerdir. Gaz doldurulmuş olanları daha verimli, ama katodun aşınması nedeniyle daha kısa ömürlüdür. Çağdaş yarıiletken doğrultmaçlar. (solda)



Yarıiletken doğrultmaçların kullanılmaya başlamasıyla, cıva arklı doğrultmaç (üstte) üretimi azalmıştır; ama hâlâ, eski aygıtlara yedek parça sağlama amacıyla, yapımları sürdürülmektedir.

Yüksek güç uygulamaları için, su soğutmalı metal doğrultmaç düzeneği. (solda)



uygun miktarlarda yabancı maddelerin katılmasıyla, elektriği iletir hale getirilebilir. Katkı maddelerinin ayarlanmasıyla, artı yüklü p-tipi ya da eksi yüklü n-tipi yarıiletken üretilebilir. Yarıiletken diyot, p-n bağlantısından oluşur ve bunların arasındaki birleşme bölgesi, tek yönlü bir iletime izin verir. Bu, yüksek verimlilik gösteren, p-n bölgeli doğrultmaçtır. Doğrultmaç çıkışının da denetlenmesi istenirse bir pnpn bağlantısı olan TİRİSTÖR (ya da tayristor) kullanılır.

Düzeltme ve kararlılık: Yalın bir doğrultulmuş çıkış, bir dizi yarım SİNÜS DALGASI'ndan oluşur ve doğru akım olarak sınıflandırılmasına karşın, düz değildir. Genlikteki bu alçalıp yükselmelere, *dalgacık* adı verilir. Bazı dalgacıklar, uygulamada büyük önem taşımaz, ama sözgelimi radyo ve yükseltici devrele-

rinde, istenmeyen uğultular oluşturur.

Doğrultulmuş çıkış, bu tür uygulamalar için, FİLTRE devresinden geçirilerek düzeltilir. Bir KONDANSATÖR, düzeltilmemiş çıkışla doldurulur ve bir sonraki akım dalgasının doruk noktasıyla yeniden dolana kadar, yavaşça boşalır. Böylece, daha az dalgalı bir doğru akım elde edilir. Daha iyi bir sonuç elde etmek için, bir metal çekirdek üstüne sarılı bir bobin, yani bir *indüktör* ya da *şok bobini* kullanılır (Bk. İNDÜKTANS). Bu bobin, doğru akımın engellenmeden geçmesine izin verirken, alternatif akımın arta kalan dalgacıklarını yok eder. Bobinden geriye kalabilecek herhangi bir dalgalanmayı soğurmak ve iyi bir doğru akım çıkışı elde etmek için, sisteme bir kondansatör daha eklenebilir.

Alternatif akımın girişteki alçalma ve yükselmeleri, doğrultulmuş çıkışta da yükselme ve alçalmalara neden olur. Kararlı bir çıkış istenirse, çıkış geriliminin ya da akımının, bazı yöntemlerle dengelenmesi sağlanmalıdır. Bu, doğrultulmuş çıkışın, girişten bağımsız iletim özellikleri olan aygıtlardan geçirilmesiyle gerçekleştirilir.

Söz konusu aygıtlara örnek olarak şunlar gösterilebilir: Neon doldurulmuş soğuk katotlu ışıma tüpleri; değişmez gerilim transformatörleri; ZENER DİYOT'ları; bir valf direncinin ikinci bir valfla denetlendiği termoiyonik valf devreleri.

Doğrultmaç uygulamaları: Doğrultmanın uygulanabildiği durumlar, doğal olarak, doğru akımlı elektrik gücüne gereksinim duyulan alanlardır. Sayısız biçimler alabilecek bu uygulamaların başlıcaları arasında şunlar sayılabilir: Elektriksel çekim; ELEKTROLİZ; akü şarj etme; anotlama işlemi gibi endüstriyel uygulamalar; metal arılaştırma; gaz üretimi; ölçme aygıtları; radyo; televizyon; yükseltici.

Doğrultmaç türü ve onunla birlikte kullanılacak dengeleme devrelerinin yapısı, oluşturulan güç kaynağının kullanılacağı yere bağlıdır. Ne var ki, birkaç yüz kilovatlık yüksek güç uygulamalarında, genellikle cıva arklı doğrultmaçlar kullanılır. 10-100 kW aralığındaki uygulamalarda, kızgın katotlu ara buharlı doğrultmaçlardan yararlanılır. Bu doğrultmaçlar, 1-10 kW'lık uygulamalar için de uygundur; ama bu aralıkta, metal doğrultmaç daha ekonomik olur. Evlerde kullanılan radyo alıcıları gibi küçük güçlü aygıtlarda, ana doğrultucu olarak, ya yarıiletkenli diyotlar ya da lamba diyotlar bulunur.

DOĞRUSAL ELEKTRİK MOTORU

İster alternatif akımla, ister doğru akımla beslenmiş olsun, ELEKTRİK MOTOR'ları, genellikle silindir biçimindedir. Motorun görevi, elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirmektir. Bunun için, elektrik enerjisini alıp, ortasındaki milde bir döndürme hareketi oluşturur. Elektrik motorlarının % 99'unda, içinde akım taşıyan sargılar bulunan hareketsiz bir silindir *(stator)* vardır. Stator, bir tablaya vidalanır. İçteki bölüm, ise, *rotor* diye tanımlanır ve dış gövdenin iki ucundaki yataklara oturtulur.

Elektrik motorlarının çalışma ilkeleri konusundaki bilgiler (genel ELEKTROMAGNETİZMA bilgileri dışında), bu tip makinaları en iyi biçimde üretme amacıyla yapılan çalışmalardan edinilmiş deneysel bilgileri aşmaz. Sözgelimi, «bir magnetik alana yerleştirilmiş olan ve üstünden akım geçen bir iletkene, hem magnetik alana, hem de akıma dik yönde bir kuvvet etkir» biçimindeki bir fizik kuramı, elektrik motorlarının nasıl çalıştığını açıklamaz. Yararlı motorların yapılmasını sağlayan bir kural olmasına karşılık, bu motorların döner bir yapısı olması gerektiğini belirtmez.

Döner yapılı bir motorun, dilim dilim kesilerek bir düzlem üstüne açılmasıyla, çalışmasında *temel* bir değişiklik olmaz. Döner bir mil üstünde döndürme momenti oluşturmak yerine, *doğrusal* motorun *birincil* ve *ikincil* (öteki motorlardaki stator ve rotor) parçaları arasında bir kuvvet ortaya çıkarılır.

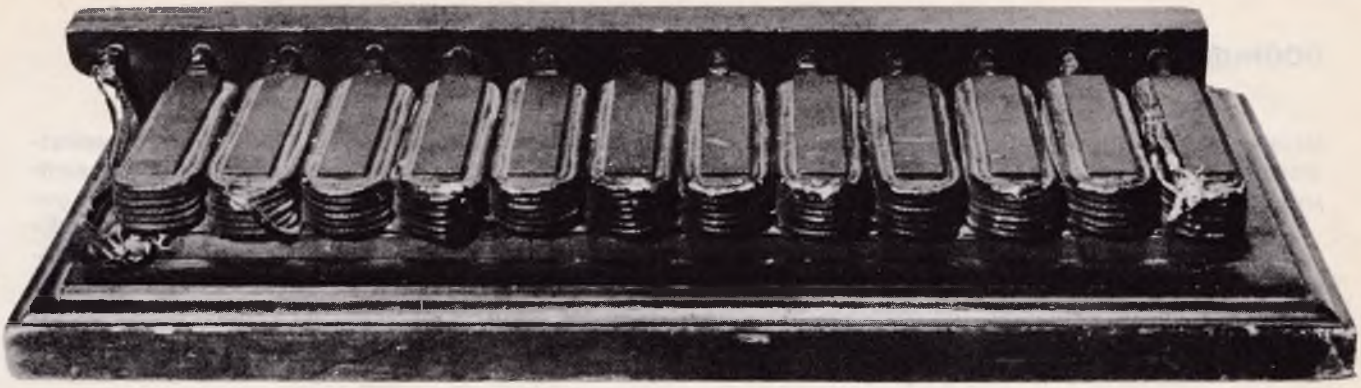
Hem endüstri alanında, hem de günlük yaşamda, doğrusal harekete büyük gereksinim vardır. Bu yüzden, doğrusal motor üretiminin, dünya elektrik aygıtları arasında, en az öteki elektrik motorları kadar önemli bir yeri olması gerekir. Konveyör bantları, takım tezgahlarının hareketleri, yana açılan sürgülü kapılar, hareketli krenler ve taşıtlar, günümüzde üstünde durulan uygulama alanlarıdır. Ne var ki, ilk doğrusal motorun 1845'te Wheatstone tarafından yapılmış olmasına karşın, 1950'lerin sonuna kadar ticari amaçlı doğrusal motor üretilmemiştir. Böyle olmasaydı, doğrusal motorla hareket sağlanmaya geçilmesi, çok daha önceleri gerçekleşebilirdi.

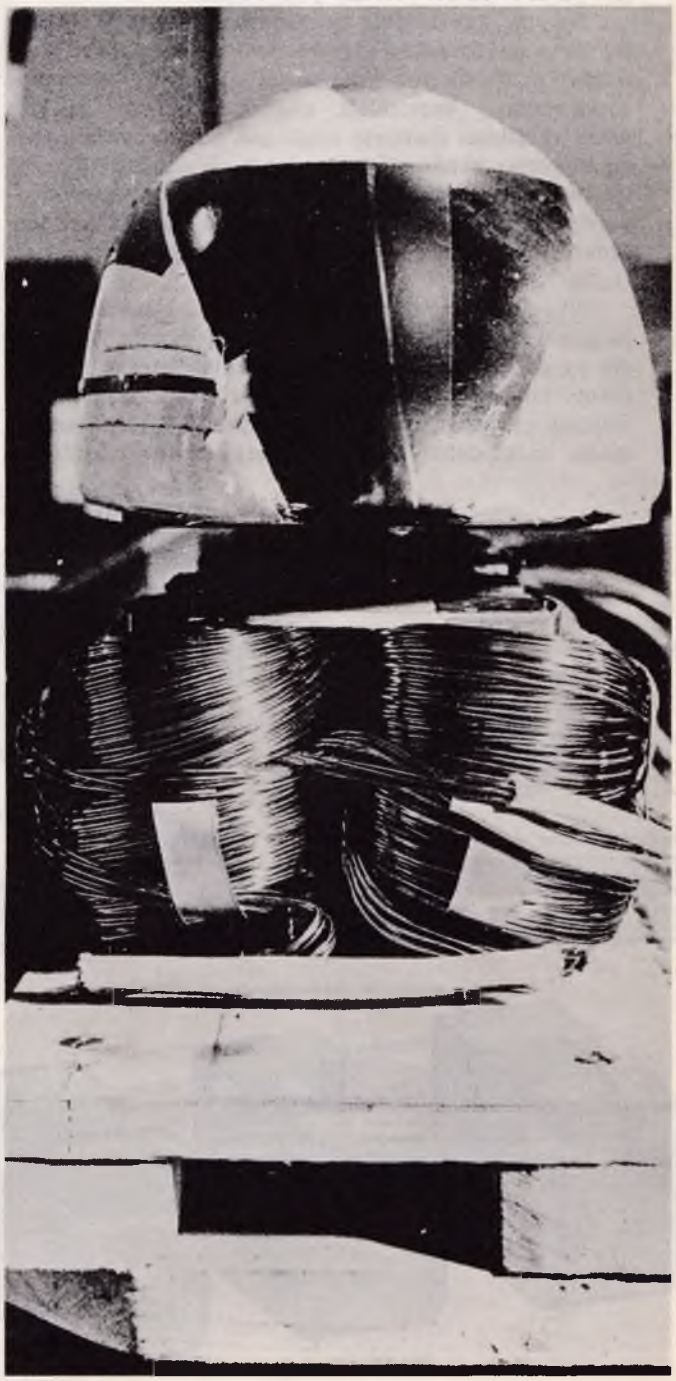
Çeşitleri: Döner elektrik motorunun indüksiyonlu, senkron, relüktanslı, komütatörlü (hem AC, hem DC) ve histerezisli motorlar gibi birçok türü vardır (her türün doğrusal tipi yapılabilir). En çok kullanılan tür, indüksiyonlu motordur. İndüksiyonlu motorun hareketsiz ve döner bölümleri arasına, fırça gibi sürtünen iletkiler yerleştirmek gerekmez. Bu motorun rotoru, genellikle çelik bir silindirin yarıklarına oturmuş bakır ya da alüminyum çubuklardan oluşur. Silindirin iki yanında, çubukların bağlandığı, gene aynı madenden yapılmış kalın kollar vardır. Rotorun sağlam yapısı, bütün dünyadaki elektrik motor-

---

Doğrusal motorun ilkelerini ilk ortaya koyanlardan biri Charles Wheatstone'dur (1802-1875). Wheatstone'un buluşu (sağda üstte) doğru akımla çalışan, fırçalı ve komütatör sistemli bir relüktans motoruydu.

Enine akılı, indüksiyonlu doğrusal motorun sarım düzeneği (sağdaki iki resim). Bu düzeneğin üstüne bir alüminyum levha yerleştirilir. Levhanın üstünde uyarılan akım ile sarımlardaki akımın ters yönde olması (aynı yönde olmayan akımlar birbirlerini iterler) nedeniyle ortaya çıkan etkilerin sonucunda, itici bir kuvvet oluşur ve levha «yüzer». Maketin (en sağda) alüminyum bir tabanı vardır. Hareketli alan, maketi ileri doğru hareket ettirir.





larının % 95'inin bu türden üretilmesine neden olmuştur. Benzer nedenlerden ötürü, doğrusal indüksiyonlu motorlar da yaygın olarak kullanılmaktadır.

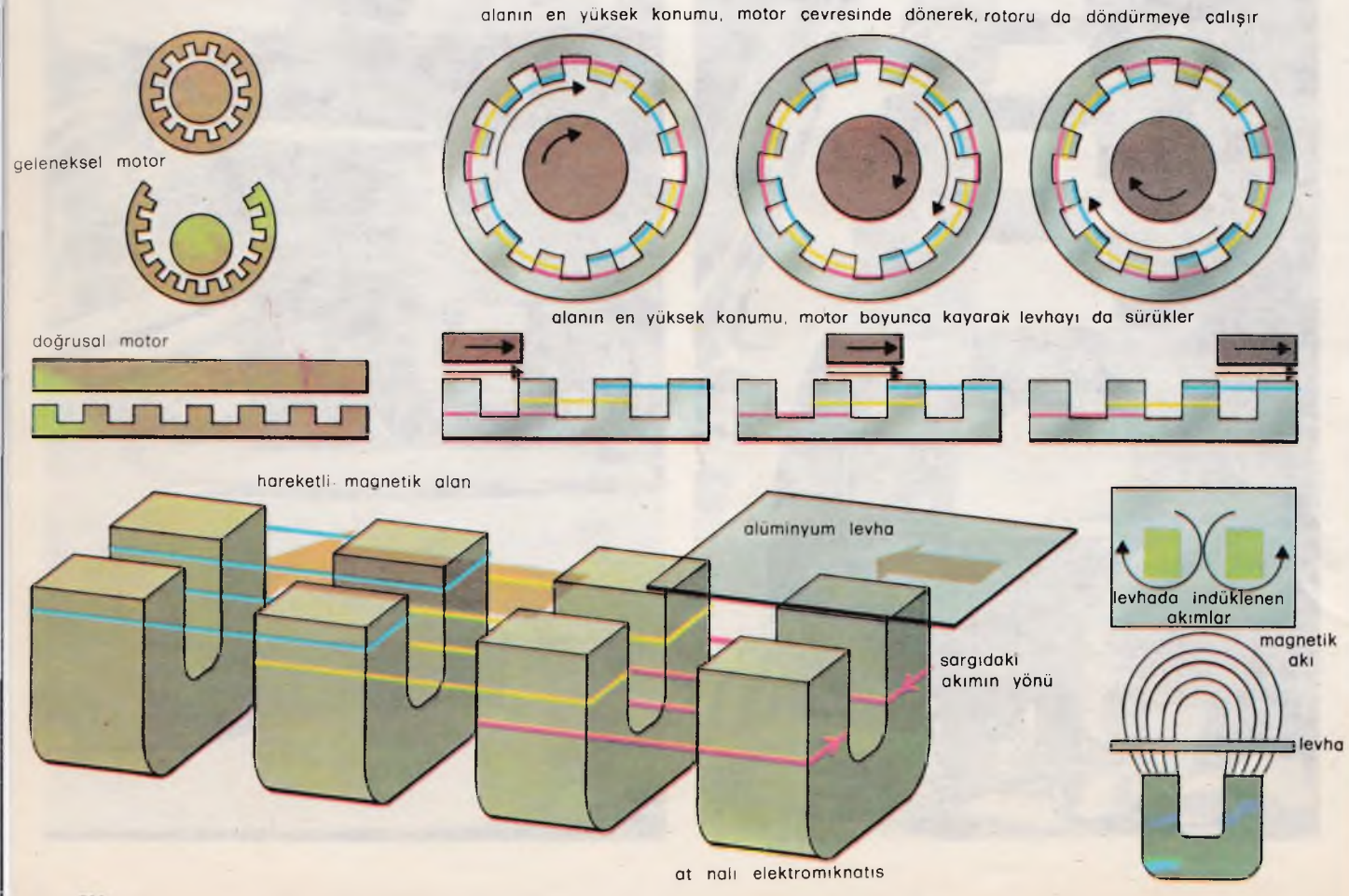
Doğrusal motorun ya birincil ya da ikincil parçasının uzatılması gerektiği, bir bakışta anlaşılır. Çünkü, görece hareketlerinden ötürü bu iki parça, birbirinden çabucak ayrılabilir. İndüksiyonlu motorlarda, hem üretiminin ucuzluğu, hem de elektrik bağlantısı olmaması nedeniyle ikincil parça uzatılır. Gene de bu uzatma, giderleri artırmaktadır. 1903'te ikincil parçasının bir alüminyum levhaya indirgendiği çift yanlı sandviç motorlar yapılmıştır.

Ne var ki, sandviç motorlarda, magnetik alanın iki hava aralığından geçmesi ve ikincil parçayı oluşturan bir tabakanın (magnetik olmayan) eklenmesi gerekiyordu. Verimliliği, güç öğesi, gücün ağırlığa oranı ve gücün maliyete oranı çok düşük olduğundan, bu motorlar ekonomik bulunmadı ve endüstri alanında benimsenmedi. Ama, 1950'lerde, Manchester Üniversitesi'nde (İngiltere), söz konusu sakıncaları ortadan kaldırılan yeni bir doğrusal motor tipi geliştirildi.

Uygulamalar: Günümüzde doğrusal motor uygulamaları üç bölüme ayrılır. Birinci bölümde, hareketsiz ya da çok az hareketli makinalar yeralır. İkinci türde, kinetik enerji üreten motorlardan yararlanılır. Bunlar, çarpışan otoların dayanıklılığının sınanmasında, halat deneylerinde ve metal dövme işlemlerinde kullanılır. Bu türe giren özel bir makina da «elektropult»dur. İkinci Dünya savaşından sonra geliştirilmiş olan bu makina, uçakları fırlatma amacıyla yapılmış bir katapulttur. Ne var ki, buharlı mancınıkların (Bk. MANCINIK, BUHARLI) bulunması nedeniyle uygulama, deneme evresinde kalmıştır. Elektropult, tek yanlı ve hareketli bir birincil sarım ile yatay merdivene benzeyen bir ikincil kızaktan oluşuyordu. Motor, kısa sürede saatte 362 km'lik bir hıza ulaşıyor ve 5 tonluk bir uçağı saatte 362 km'lik bir hızla, 4,2 saniye içinde fırlatıyordu. İlk tasarımda kızaklar 1 km uzunluğunda, ikinci tasarımda ise 1,6 km'nin üstündeydi.

Üçüncü uygulama grubuna giren motorlar, yüksek hızlı taşıt araçlarının üretilebilmesi için birçok ülkede geniş araştırmalar yapılan yüksek güçlü, yüksek hızlı motorlardır. Burada, enerji dönüşümünde verimlilik çok önemlidir. Bu nedenle, gene tek yanlı motorlara dönülmüştür. Çünkü, sandviç motorlarda ikincil plakanın esnek olması ve kızak bağlantıların-

En çok raslanan motorlar, stator sarımlarında oluşan dönel magnetik alan etkisiyle rotoru dönen türlerdir. (altta) Doğrusal motor, bir düzlem üstüne açılmış geleneksel motora benzer. Alan doğrusal olarak hareket ederken, alüminyum plakayı da birlikte sürükler.



da genleşmeye karşı boşluk bırakılması, yüksek hızlarda güvenliği azaltır.

Yüksek hızlı motorlarda en yeni gelişme, çift kızaklı motorlardır. Bu motorlarda magnetik alan çizgileri, hareket doğrultusuna, yatay yönde dik olacak biçimde düzenlenmiştir.Bu motorlara Enine Akı Motorları (Transverse Flux Motors) adı verilir. Enine akı motorlarının bir türünde, hareketli parça (dönel motorun tersine hem birincil, hem de ikincil olabilir) serbestçe asılmıştır. Böylece, kendisini hareket ettiren doğrusal motor tarafından yönlendirilebilir. Bu tür motorlara, bir akarsuda yol alan cisimlerin hareketine benzediği için, «magnetik ırmak» adı verilir. Ekonomik nedenlerle yapımı önlenmezse, en önemli uygulamasını tekerleksiz trenlerde bulacağı sanılmaktadır.

DOK

Deniz taşımacılığıyla uğraşanlar, yüzyıllar boyunca, yükleme ve boşaltma işlemleri, erzak alımı ve gemi onarımı için doğal limanlardan ve ırmak ağızlarından yararlandılar. Doğal limanlara demirleyen gemiler, hem fırtına ve gelgit hareketlerine, hem de yağmacılara karşı korunmasızdı. Bu nedenle, gemilerin yüklerini daha güvenli olarak yükleyip boşaltabilecekleri doklar geliştirildi.

Günümüzde, gemilerin korunduğu ya da bakım ve onarımdan geçirildiği çeşitli yerleri anlatmak için kullanılan «dok» sözcüğü, XVI. yüzyılın ikinci yarısında (denizcilik alanında önemli gelişmelerin sağlandığı bir dönem) «suyla dolu ve kapakları açılıp kapanabilen yapay havuz» anlamında kullanılmaktaydı. Bilinen ilk kapalı dok havuzlarından biri, XVII. yüzyılda Thames ırmağının güney kıyısında yapılan Howland Great Wet dokudur. Büyük dokların yapımı, kanal ve demiryolları yapımındaki gelişmelere bağlı olarak, XVIII. ve XIX. yüzyılda da belli bir hız kazandı. O dönem aynı zamanda, ilk buharlı gemilerin kullanıldığı dönemdi. Ancak, o günden bu yana gemi boyutlarındaki büyümeler, bu doklardan birçoğunun kullanılmaz hale gelmesine yolaçtı.

Gelgit hareketlerinin önemli olduğu bölgelerde, dok girişlerinde kapıların kullanılması bir zorunluluktur; çünkü, sular çekildiği zaman havuz içinde, gemilerin yüzmesine yeterli su kalmaz. Gelgitin önemsiz olduğu ülkelerde, doklar, doğrudan denize açılabilir. Sözgelimi, gelgit farkı, Melbourne'da (Avustralya) ilkbaharda bile 1 m iken, Rotterdam'da (Hollanda) 2 m, Boston'da (A.B.D.) yaklaşık 3 m'dir.

Kapalı doklarda, sular yüksekken, yani iç ve dış su düzeyi eşitken, açık tutulan bir çift kapak yeterli olabilir. Ancak, gemi hareketinin suların alçalıp yükselmesiyle sınırlı olmaması için, genellikle iki ya da daha çok sayıda kapak kullanılır. Bunlarla oluşturulan EKLÜZ SİSTEMLERİ'yle gemilerin yükseltilip alçaltılması sağlanır. Bu tür doklarda, gemilerin girişi sırasında yitirilen su, pompalarla yeniden eklenir. Bu amaçla, giriş havuzundaki su da kullanılabilir. Dok havuzunun duvarları yeterli yükseklikteyse, su, deniz düzeyinden çok daha yukarda olabilr.

Giriş havuzları: Doka girecek gemilerin boyutu,

Howland (İngiltere) doku. (üstte) Sonradan Surrey ticari dok şebekesine sokulan bu dok. XVII. yüzyılda yapılmıştır. Kenarlardaki ağaçlar, rüzgarı kesmek için dikilmiştir. Londra limanındaki dok grupları. (sağda) Fotoğraf 1972 Ekim'inde çekilmiştir. Gelgit oranı yüksek olduğu için, bir dizi kapalı havuzun kullanılması zorunludur.

giriş havuzunun derinliğine bağlıdır. Daha büyük gemilerin kullanılmaya başlandığı yakın zamanlarda, giriş havuzu kısıtlaması bir sorun olmaya başlamıştır. İngiltere'deki büyük bir giriş havuzu, 305 m uzunluğunda, 33,5 m genişliğinde ve 14 m derinliğindedir. Oysa, Avrupa ile Uzak Doğu arasında çalışan en büyük gemilerin bile uzunluğu 290 m'den, genişliği 32 m'den, sualtı bölümüyse 12 m'den fazla değildir. Daha büyük gemiler için de yeni giriş havuzları yapılmaktadır. Bristol'deki yeni Batı dokunda 366 m uzunluğunda, 43 m genişliğinde, 75 000 ton ağırlığındaki gemileri alabilecek büyüklükte bir havuz yapılmıştır. Bunun dışında, Fransa'nın Le Havre limanındaki 400 m uzunluğunda, 67 m genişliğinde giriş havuzu, dünyanın en büyük havuzu olarak kabul edilmektedir. Bu havuz, 500 000 ton dedveytlik gemileri alabilecek büyüklüktedir.

Giriş havuzunun çalışma sistemi çok yalındır. Bir ark ve savak sistemiyle suyun, doktan, iç ve dış kapakları kapalı havuza geçmesi sağlanır. Su (ve üstündeki gemi), dok düzeyine ulaşıncaya kadar yükselir. Havuz ve dok içindeki su aynı düzeye ulaşınca, kapaklar açılarak gemi doka alınır. Doktan ayrılmakta olan gemi de bu arada havuza alınır ve havuzdaki su, savaklar aracılığıyla dışarı akıtılarak su düzeyi alçaltılır.

Havuz kapağı genellikle, elektrikli ya da hidrolik kumandalıdır. İçleri boş olan kapakların ağırlığı, 300 tonu aşar. Çeşitli biçimlerde kapaklar vardır. En yaygın tipler, havuz duvarındaki oyuğa girenler, açılıp kapanan köprü tipi kanatlı kapaklar ve iki yana açılan menteşeli kapaklardır. Büyük havuzlarda, küçük teknelerin en az su yitirilerek en kısa zamanda aktarılmasını sağlama amacıyla, bir üçüncü havuz kapağı kullanılır. Ne türden olursa olsun kapakların tümü, suyun geldiği yöne doğru «V» biçiminde hafifçe yatıktır. Böylece su basıncı, tabandaki bir eşiğe dayanan kapakları, sıkıca kapalı tutar.

Dok biçimleri: Kömür gibi bazı yüklerin yüklenip boşaltılması, özel yöntemler gerektirir. Ne var ki, çokişlevli olarak hazırlanan dok planları, genellikle birbirine benzer. Rıhtım alanında (gemilerin hemen yakınındaki çalışma alanı), çoğunlukla KREN'ler ve vagonlar için raylar bulunur; 24 metrelik bir yarıçap içinde, küçük parçalı yükler (paketler ya da balyalar halinde), üç ya da beş ton kapasiteli rıhtım vinçleriyle aktarılır. Çelik parçalar gibi daha ağır yükler için, daha büyük kapasiteli krenler kullanılır. Daha da ağır yükler ise kaldırma kapasitesi 100 tona varan yüzer krenlerle yüklenip boşaltılır.

Yük, gemiye yüklenmeden ya da kara ve demiryolu taşıtlarına aktarılmadan önce, rıhtım alanı yakınındaki transit hangarlarda korunur. Modern hangarlar hem oldukça geniş, hem de vinçlerin, kamyonların ve paletli taşıyıcıların kolayca hareket edebileceği biçimde düzgün tabanlıdır. Hangarların arkasında, yükün taşıtlara aktarıldığı kara ve demiryolu girişleri bulunur.

Konteyner dokları: Son on yıl içinde yük taşımacılığındaki çarpıcı gelişmeler, modern dokların altyapısında da köklü değişikliklere yolaçmıştır. Yeni yöntemlerin en önemlileri, yükün uluslararası standartlara göre yapılmış büyük sandıklarda, yani KONTEYNER'lerde taşınmaya başlaması ve baş, kıç ya

Brest'teki (Fransa) havuzda mayın tarama gemileri. (üstte) Gemiler önce payandalanır ve su boşaltılır. Sonra gemiler, iskelet üstüne oturtulur. Havuzların kullanılması, dümenin ve su altındaki bölmenin bakımı için zorunludur. Glasgow doku, krenlerle donatılmıştır. (sağda)

da yan kapılarından tekerlekli taşıtların girip yük boşaltabildiği gemilerin kullanılmasıdır.

En iyi konteyner doku büyüklüğü, 8-10 hektardır. Sandıklama ya da sandıktan boşaltma işlemleri ile gümrük yoklamalarının yapıldığı yerler dışında, genellikle üstü açıktır. Sandık depolarında ayrıca, istifleme için özel krenler vardır.

Yükleme alanına, kaldırma kapasitesi 40 tona varan ve 3 dakikada bir sandık aktarabilen (yani, saatte 20 sandık yükleyip boşaltabilen) iki ya da üç dev kren yerleştirilebilir. Büyük, okyanusaşırı gemiler için, her yükleme alanına 300 m'lik rıhtım ayrılmaktadır. Hareketli taşıma araçları arasında, üç kat sandığı taşıyıp istifleyebilen vagonlar ile en az aynı taşıma kapasiteli çekiciler, römorklar ve yandan ya da önden yükleyiciler yeralır. Ayrıca, dev krenler, bütün yükleme alanının her noktasına uzanarak, gemi ile hangar ve kara taşıtları arasındaki aktarımı sağlarlar.

2 000 ya da daha çok sayıda konteyner taşıyıp, bunları çeşitli limanlara bırakan gemilerin yükleme trafiği oldukça karmaşıktır. Bu nedenle, yükün yerleştirilmesinde çoğunlukla bilgisayarlar kullanılmakta ve gelecekteki yükleme alanlarının, radyo dalgalarıyla yönetilen robot filolarıyla, tam otomatik hale getirilmesi için çalışmalar sürmektedir.

Feribot terminalleri: Araçların girip çıkabildiği feribotlar, daha çok yük taşımada kullanılır; ama yolcu da aldıklarından, bunun için gerekli olan altyapıyı da barındırmaktadırlar. Feribot terminalleri, temelde bir rampa, bir iskele ya da feribotun kapaklarını açabileceği bir bağlantı geçişi ve araçlar için geniş bir manevra alanından oluşur. Bazı durumlarda, rıhtım duvarının bir uzantısı olarak inşa edilen beton bir rampa yeterlidir. Ancak, çoğunlukla bu bağlantı köprüleri her gemi için ayrıca kurulur ve suların yükselmesine göre, elektrikle işleyen bir mekanizmayla gemiye ayarlanır. Bütün başarılı buluşlar gibi, feribotların yüklenip boşaltılması da, çok yalın bir tekniğe dayanır ve kısa mesafeli deniz taşımacılığında önemli bir aşama sağlamıştır.

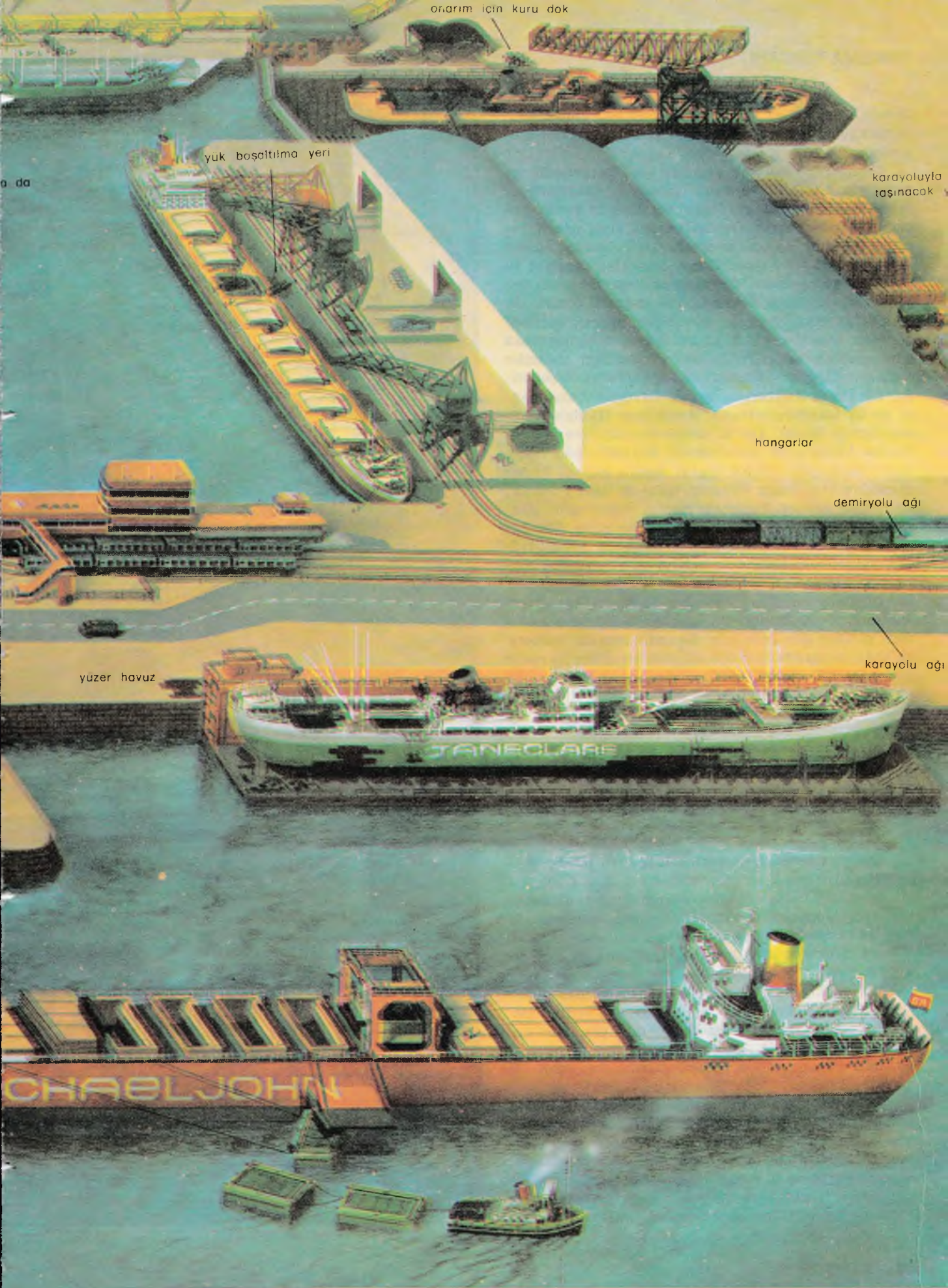
Dökme yük terminalleri: DÖKME YÜK TAŞIMACILIĞI'nda ekonomi, büyük gemilerin kullanılmasıyla sağlanabilmektedir. Ne var ki, büyük gemiler, özel bir altyapıyı gerekli kılmaktadır. En büyük tankerlerden ikisi olan *Globtik Tokyo* ve *Globtik London*, 477 000 ton ağırlığında, 382 m uzunluğundadır ve 28 m'lik salmaları vardır. Petrol tankerleri, genellikle derin sulardaki mendireklere yanaştırılır. Bununla birlikte, son yıllarda tek şamandıralı bir sistem de kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistemde şamandıra, boru hattıyla bağlanmakta, böylece gemi, gerektiği kadar uzağa demirlenebilmektedir.

Öteki dökme yükler için, özel dok altyapısı gereklidir. Demir filizi, buna bir örnektir. Günümüzde, 100 000 tonun üstündeki gemiler, düzenli olarak Avustralya, Brezilya ve Kanada'dan Avrupa'ya demir taşımaktadır. İngiltere'de Port Talbot gibi modern limanlar, gerektiğinde bütün bir yıl boyunca, günün her saati çalışır. Bunlarda, 20 ton kapasiteli kepçelerle donatılmış taşıma krenleriyle, saatte ortalama 1 800 ton yük boşaltılabilmektedir.

Havuzlar: Bütün gemilerin, belirli aralıklarla 'kuru' havuzlarda denetimden geçirilmesi ve bazen de onarılması gerekir. Bu nedenle, birçok büyük li-

Londra'daki Kral George V doku. (üstte) İlk krallık doklarını 1509 yılında Henry VIII yaptırmaya başlamıştır. Bir başka havuz türü de yüzer havuzdur. Hamburg'taki bu havuz (solda), suyu pompalanarak boşaltılan depoların yardımıyla yükseltilmiş, gemi böylece havuza alınmıştır. Böyle bir dok, 70 000 ton ağırlığındaki gemileri kaldırabilir.

boşaltma
konteyner terminali
Kapalı sandıklar trenler
istif alanına boşaltılır
dok havuzu (su düzeyi değişmez)
suyun
tasarruf
etmek için
kullanılan
küçük havuz
kapakları
özel taşıtlar için
feribot
yolcu terminali ve
gümrük
suyu denizden yüksekte
tutan ana havuz kapakları
Layter guverte gemi sistemi.
gemi gelgitli sularda demir
atabilmekte ve yükler
römorkörlerle çekilmektedir
deniz


onarım için kuru dok
yük boşaltılma yeri
karayoluyla taşınacak
hangarlar
demiryolu ağı
karayolu ağı
yüzer havuz
JANEGLARE
CHARLJOHN

manda, kuru ya da oyma doklar bulundurulmaktadır. Daha küçük gemiler içinse, aynı amaçla, kızaklar kullanılır.

Gemilerin tek tek alındığı bu havuzlarda, su pompayla boşaltılır ve gemi, «omurga takozları»yla desteklenir. Böylece, gövdenin, pervanenin ya da dümenin bakımı yapılır. Gemiyi havuza alma işlemi, ince bir işlemdir ve saatler sürer. Gemi, havuza alınan suyla birlikte içeri girer. Sonra, kapaklar kapatılır ve su dışarı pompalanır. Geminin omurga takozları üstüne yerleştirilmesi sırasında, çok dikkatli olmak gerekir. Takozlar, geminin gövdesine uyacak biçimde önceden düzenlenmiştir ve bu işlemi kolaylaştırmak için, modern havuzlarda, özel yönlendirici sistemler kullanılmaktadır. Uluslararası limanların birçoğunda, en büyük tankerlere uygun havuzlar bulunmakta ya da tasarlanmaktadır. Rotterdam (Hollanda) limanındaki havuz, 412 m uzunluğundadır ve 500 000 tonluk tankerlerin alınabileceği büyüklüktedir. Kiel' deki (Almanya), 700 000 tonluk dokun yapımı da tamamlanmıştır. Yüzer havuzun işlevi de tıpkı kuru havuzunkine benzer. Yalnızca, gemiyi sudan alma yöntemi değişiktir. Suyun altında bulunan yüzer dok, depolarındaki su pompalanarak boşaltılınca, kendiliğinden yükselerek, üstündeki gemiyi su yüzeyinden ayırır.

Büyükçe bir yüzer havuzun kaldırma kapasitesi, yaklaşık 20 000 tondur. Bu, ağırlığı 70 000 tona kadar olan gemiler için yeterlidir. İskandinavya'da, Aalborg' da yakın zamanda hizmete sokulan bir yüzer havuzun uzunluğu 229 metre, iç duvarları arasındaki açıklık 35 m, toplam genişliği de 45 m'dir.

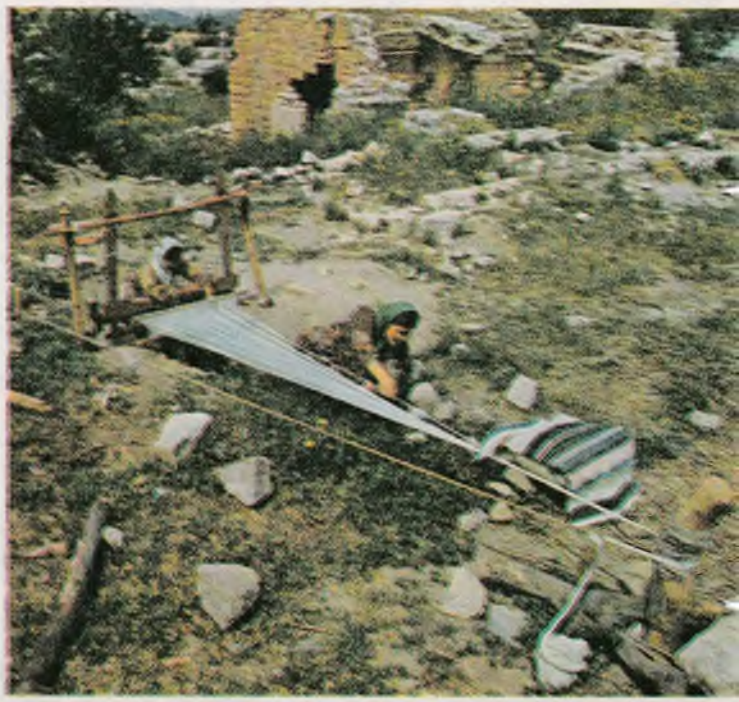
DOKUMACILIK Bk. DOKUMA TEZGÂHI

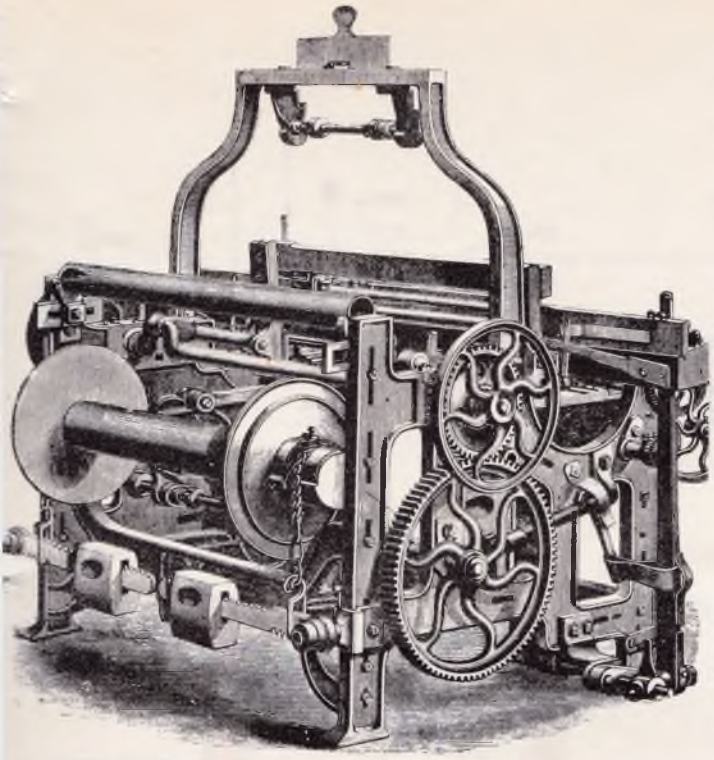
DOKUMA TEZGÂHI

Dokuma tezgâhı, en eski buluşlardan biridir. Kazılardan anlaşıldığına göre, kullanımı, İ.Ö. 4 500 yıllarına, hattâ daha öncesine uzanmaktadır. El dokuma tezgâhları, birçok ülkede (bu arada yurdumuzda da), günümüzde bile yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek hızlı endüstri dokuma tezgâhları da aynı ilkeye dayanır.

Bir dokumadaki boyuna ipliklere, «*çözgü*» denir. Onları dikine kesenlere de «*atkı*» adı verilir. Dokumanın iki yanı, «*kumaş kenarı*»dır (günümüz dokuma endüstrisinde, kumaş kenarı, 6 mm genişliğindedir ve çoğunlukla buraya yapımcı firmanın adı basılır).

Dokuma tezgâhında, çözgü iplikleri, makinayla gergin tutulur. En yaygın tür olan düz dokumada, her iki iplikten biri yukarı, ötekiler aşağı doğru çekilir. İpliklerin böyle, iki kat halinde ayrılmasına, «*ağızlık açma*» adı verilir. Atkı ipliği, ağızlıktan geçirilir. Bu işleme «*argaçlama*», geçirilen atkıya da «*argaç*» denir. Daha sonra argaç sıkıştırılır ve üst





Düz dokumacılıkta kullanılan motorlu bir Platt tezgâhı. (üstte)
1389 yılından kalma bu resimde (solda üstte), şaftlı dokuma tezgâhı görülmektedir: Bu tezgâh, o yıllar için bir yenilikti. Gücüleri çalıştıran kordonlar makaralara asılmakta, bu makaralar da şafttan sarkıtılmaktaydı.
Yurdumuzda eski çağlardan beri kullanılmakta olan bir el dokuma tezgâhı.(solda altta)
İran'da halı dokumacılığı. (altta) Bu tür bir halının dokunmasında, her çözgünün üstüne, bir yün ya da pamuk ipliği elle düğümlenir. Sonra 2 ya da 3 sıra atkı atılır.

iplik sırası ile alttaki yer değiştirir. Böylece argaç, yerini bir yenisine bırakarak, ağızlığa yerleşir. Sıkıştırma işlemi, *«tefe»* adı verilen bir tablaya yerleştirilmiş tarakla yapılır.

Kısacası dokuma işlemi, birbirini izleyen ağızlık açma, argaçlama, sıkıştırma işlemleriyle sürer.

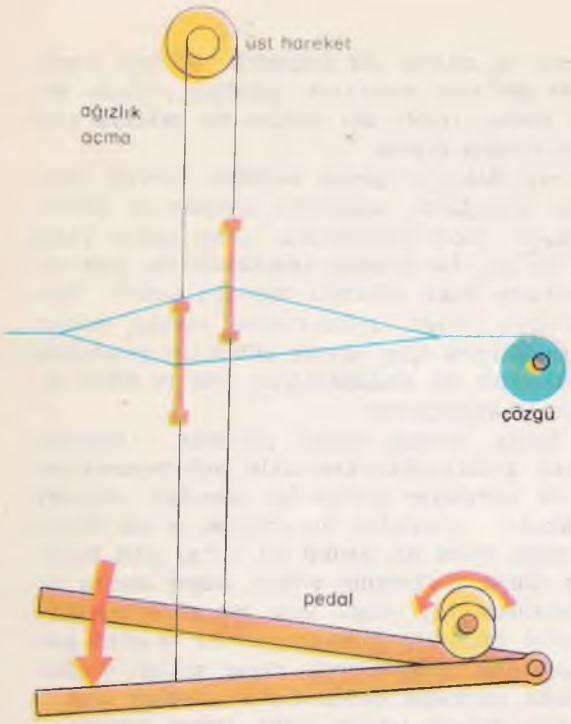
Tarihçe: İlkel dokumacılık, örme kadar yavaş yapılan bir işti. İlk dokuma tezgâhının da, yere çakılı çubuklara bağlı iplerden oluştuğu sanılır. Binlerce yıl önce, çözgü ipliklerinden oluşan dizileri aralıklı tutabilmek için, ağızlık çubukları yapılmıştı. Daha eskidense, bu aralıklamanın, elle ve teker teker yapılması gerekiyordu.

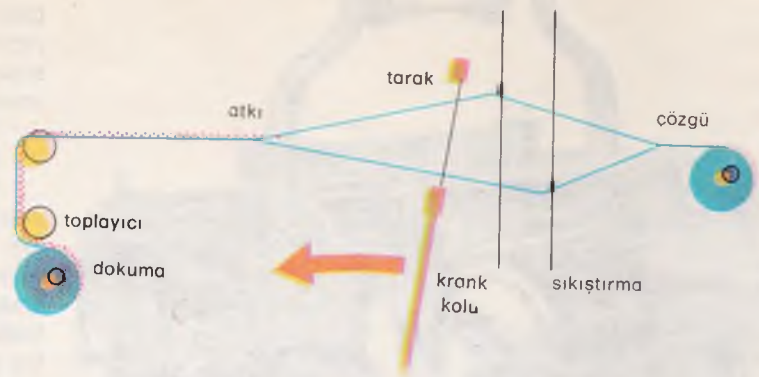
Bir başka önemli buluş, *gücü*dür. Gücünün ne zaman geliştirildiği kesinlikle bilinmemektedir. Ancak, ilk gücülerin delikli bir sopadan oluştuğu sanılmaktadır. Sonradan bu amaçla, ortası delikli bir tel, daha sonra da, delikli bir metal şerit kullanılmıştır. Gücü, makinanın önüne, düşey olarak takılır. Genellikle her çözgü için, bir gücü bulunur. Çözgü ipliği, gücüdeki delikten geçirilir ve gücü çerçevesi alçaltılıp yükseltilerek, argaç aralığı oluşturulur. Daha karmaşık dokumalarda gücüler, istenen desene göre, karışık sırayla açılır. Desen dokumacıya, 8 x 8 puntoluk kareli kâğıt üstünde verilir (Bk. KUMAŞ).

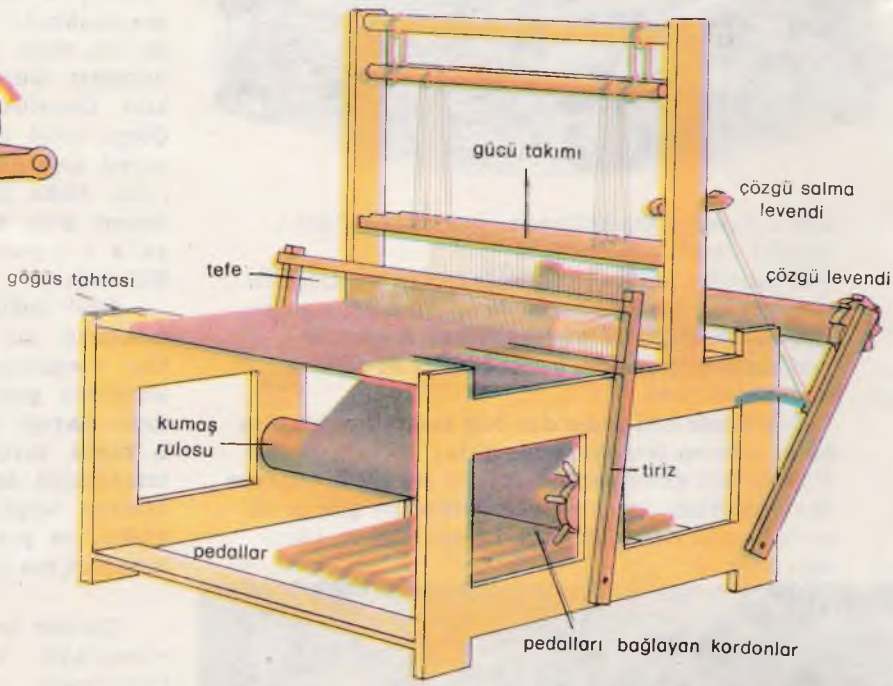
İlkel dokuma tezgâhlarında, çözgünün gergin tutulması için çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Ağırlıklı tezgâhlarda, çözgü ipliklerı bir kol demirinin üstünden geçirilip, uçlarına bağlı ağırlıkla gerdirilirdi. Kayışlı tezgâhlardaysa, dokumacı, sırtına bağlı kayışı, geriye yaslanarak gergin tutardı. Bu ilkel tezgâhlarda argaç, argaç aralığından elle geçirilirdi. Modern tezgâhlarda bu işlem, bir *mekik*le yapılır. Mekik, en yalın biçimiyle, içinde *atkı masurası* bulunan içi boş bir tahta parçasıdır.

Gücüler ve mekik, son yıllara kadar elle çalıştırılmaktaydı. Yalnızca gücü çerçevesi ayakla yönetilebiliyordu. Gücü çerçevesi, ilk kez Doğu'da geliştirildi. Avrupa'da, dokuma tezgâhı, Ortaçağ boyunca oldukça ilkel bir makina olarak kaldı. Ama XIII. yüzyılda, gene Doğu'dan alınan bir yenilik geliştirilerek, *şaftlı dokuma tezgâhı* ortaya çıkarıldı. Bu tezgâha, bir dizi gücü takılıyordu. Gücüler bir şafttan tezgâhın üstüne uzanıyor ve bir pedalla çalıştırılıyordu. Böylece, her argaca bir gücü düştüğünden, çeşitli desenler yapmak olanağı doğmuştu.

Günümüzde dokuma tezgâhındaki gelişmeler, mekik ve gücülerin otomatikleştirilmesi ve makinanın buhar ya da elektrikle işletilmesi doğrultusunda olmuştur. Mekiğin otomatikleştirilmesi, Leonardo da VİNCİ'nin üstünde çalıştığı sorunlardan biriydi. Ne var ki, bu konuda, XVII. yüzyıla kadar önemli bir gelişme olmadı. Dokuma tezgâhlarının geliştirilmesi, BUHAR MAKİNASI'nın bulunmasıyla birlikte, Sanayi Devrimi'ne yolaçtı. Ama, dokuma tezgâhında gerçekleştirilen her yenilik, mesleklerini yitirmekten korkan el dokumacılarının tepkileriyle karşılaştı.





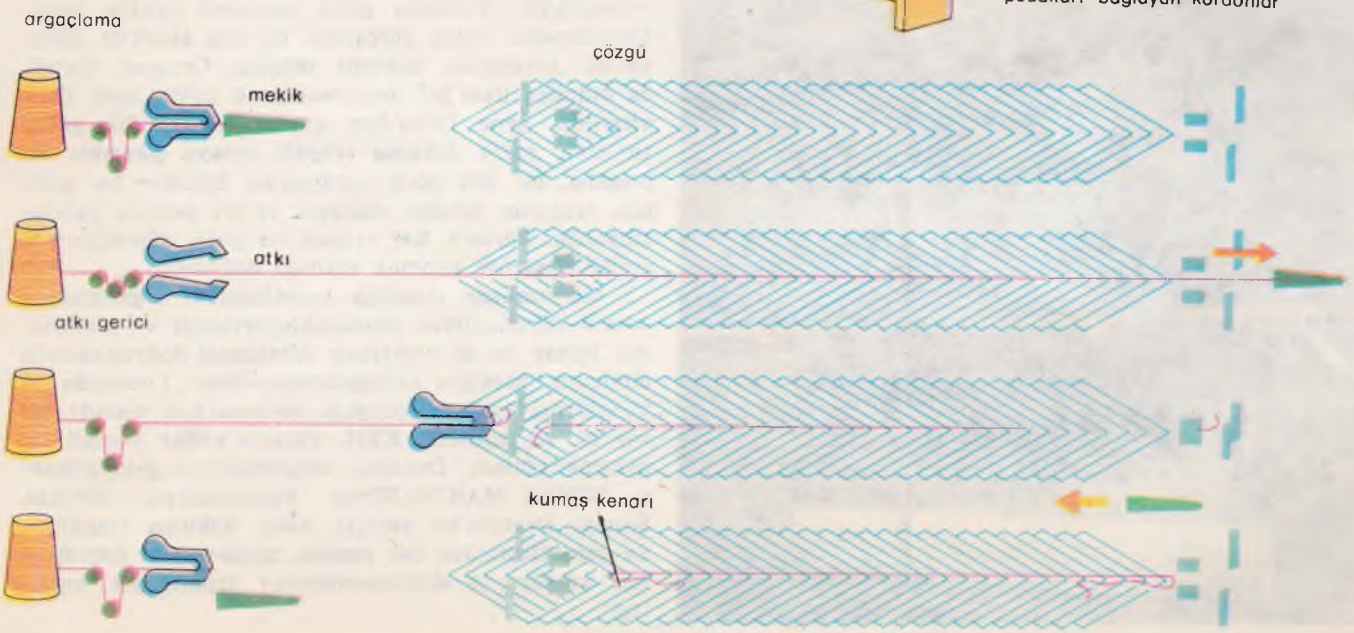


Ağızlık açma, yani atkının sokulması için üst ve alt çözgülerin aralanışı. (üstte solda)

Sıkıştırma, yani atkının dokunmuş bölüme itilmesi. (üstte sağda)

Modern, pedallı tezgâh. (sağda)

Bir atkının çözgü içinden geçerken izlediği işlemler. (altta)

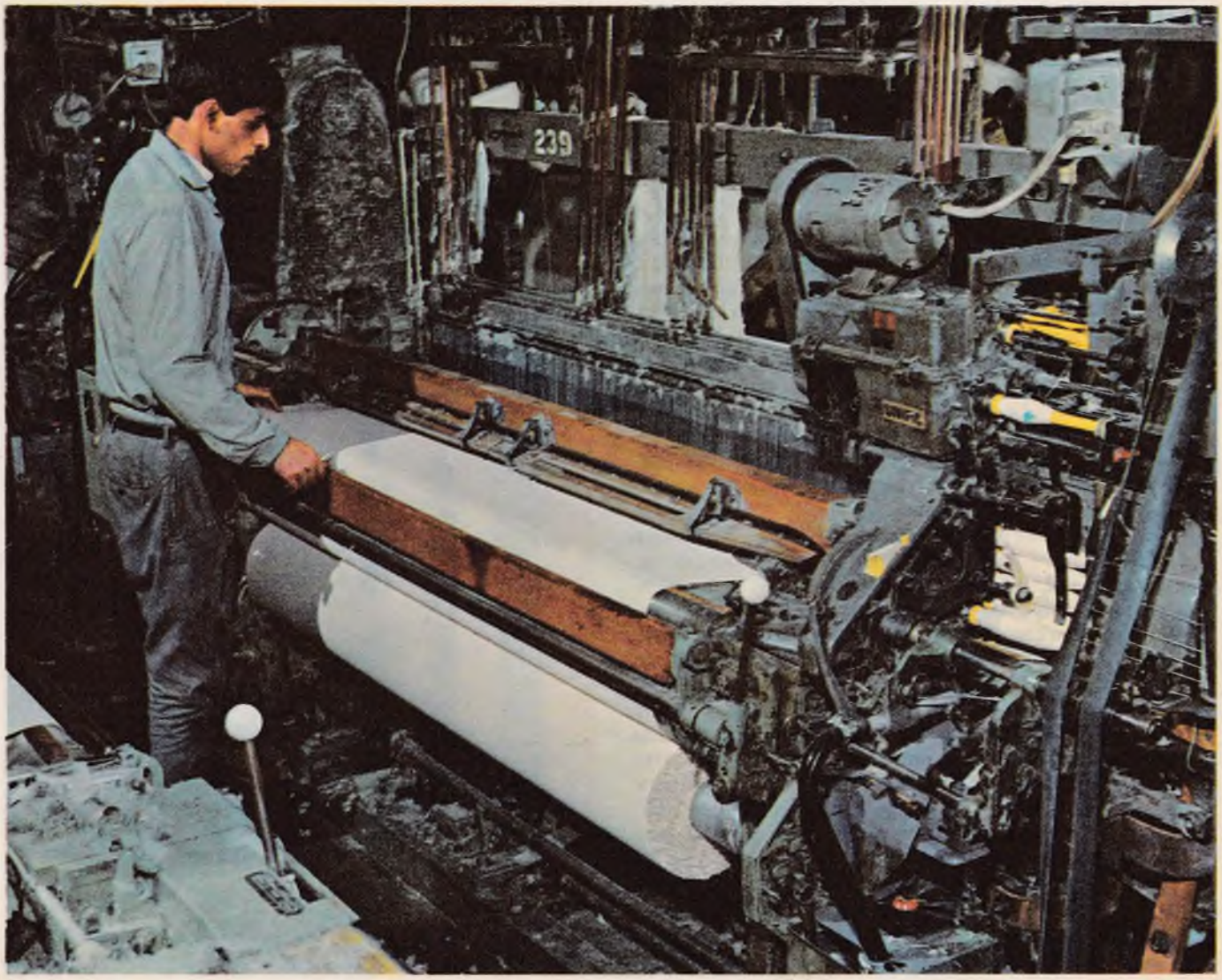


Çekmeli dokuma tezgâhı: Şaftlı dokuma tezgâhları karmaşık dokumalar için, pek yeterli değildi. Çekmeli dokuma tezgâhı bu eksikliği karşıladı. Söz konusu tezgâhta, çok çeşitli dokuma desenleri oluşturulabilir; çünkü, gücülerin yanı sıra, çözgü ipliklerine sürgüler bağlanmıştır. Eskiden sürgüler, makinanın üstüne oturan bir *çekici* çocuk tarafından, istenen desene göre iplerle çekilmekteydi. Çekmeli dokuma tezgâhı yavaş yavaş geliştirilerek jakar, yani mekanik seçicili bir ayırma mekanizması ortaya çıkarıldı. Bu mekanizma, J.M. Jacquard tarafından 1805'lerde son haline sokuldu. *Jakar tezgâhında*, sürgülerin yerini kancalar aldı. Bunlar, bir delikli kart şeridiyle çalıştırılıyordu (Bk. JAKAR TEZGÂHI).

Otomatik dokuma tezgâhları: Dokumaların genişliği, mekiğin argaç aralığından geçirilmesinde iki kişinin çalışmasını gerektiriyordu. John Kay adlı bir İngiliz yapımcı, argaç aralığından mekiğe uzanmanın kumaşın dokusunda sakatlıklar yarattığını ve otomatik bir mekik işleyişiyle bunun önlenebileceğini anladı. 1733 yılında bir *sürücü* geliştirdi. Dokumacı, bir ipi çekip bu sürücüyü çalıştırarak, mekiğin doğruca öteki yana geçmesini sağlayabilmekteydi.

Dokuma alanında çalışan başka kişiler de, mekik için mekanik kollar, yaylı sıkıştırma aygıtları, gücüleri çalıştırmak için tepeden kranklar geliştirdiler. Ne var ki bütün bu aygıtların, makinaya sürekli olarak iplik sağlayan ve ayrıca, dokunan kumaşı sarıp toplayan parçalarla tamamlanması gerekiyordu. Mekanik olarak hızı belirleyen, mekikti; çünkü mekik, tezgâhın öteki parçalarından daha hızlı çalışıyordu. Motorlu tezgâhlar, XIX. yüzyıla kadar yaygınlaşmadı. Ama, günümüzde, dokuma sanayisinde kullanılan bazı tezgâhların hızı, dakikada 200 atkıyı aşmaktadır.

Bir pamuklu dokuma tezgâhı.(altta) Otomatik bir tezgâhta birkaç dolu masura hazır bekletilir. Bir mekik boşalınca, yeni masura eskisinin ucuna otomatik olarak eklenir.



Günümüzde sanayide kullanılan çeşitli dokuma tezgâhları, üç grupta toplanabilir: Elle işletilen tezgâhlar; otomatik tezgâhlar; mekiksiz tezgâhlar.

Elle işletilen tezgâhlar: XIX. yüzyılda özel dokumalar için gerçekleştirilen motorlu tezgâhlar, oldukça geliştirilmiştir. Bunlar, eski tiplerden daha düzgün ve tehlikesiz çalışır; ama pek hızlı değillerdir. Mühendislik tekniklerinin günümüzde eriştiği yetkinlik sonucu, elle işletilen tezgâhların önemli parçaları, eskisi gibi dökme yöntemiyle değil, daha düzgün parçalar üreten TAKIM TEZGÂHLARI'nda yapılır. Elle işletilen tezgâhlar, özellikle, tek ya da belirli bir renkten değişik sayılarda atkıların atılmasında yararlıdır, çünkü bu işi yapabilecek tam otomatik tezgâh yoktur. Mekiğin içinde bir atkı masurası vardır. Mekik *alttan* ya da *üstten*, öteki yana atılır. Vuruş yapan bir sapanla alttan atkı yöntemi, çok daha güvenli ve temiz olduğundan, günden güne yaygınlaşmaktadır.

Otomatik tezgâhlar: Günümüzde kullanılan tezgâhların çoğu, otomatik olarak çalışır. Atkı masurası bittiğinde mekiği otomatik olarak yenileyen tezgâhı, daha sonraları, mekikteki atkıyı yandaki bir kutudan yenileyerek dokuma işlemini hiç kesmeyen bir teknik izlemiştir. Bunda, mekanik, elektrikli ya da optik algılayıcılar, atkı ipliği biterken yeni masurayı devreye sokarlar. Masuradaki sarkık ve gevşek sargılar, dokumada herhangi bir aksaklığa yolaçmamaları için, hava emişli aygıtlarla düzeltilir.

Mekiksiz tezgâhlar: Dokuma fabrikaları çok gürültülüdür. Bu yüzden, mekiksiz tezgâhların sessizliği, önemli bir üstünlüktür. Genellikle daha da hızlı olan bu tür tezgâhların üç çeşidi vardır: *Yalancı mekikli; oklu; sıvı püskürtmeli.* Bunların tümünde, atkı masuraları makinanın yanında depolanır.

Yalancı mekik, bir iz üstünde iki yana gidip gelen bir parçadır. Arkasında bir tutucu yay bulunur ve atkı ipliğini tutar. Dönüşü gidişinden daha yavaştır. Bu yüzden, bazı makinalarda birden çok yalancı mekik aynı anda çalıştırılır. Böylece, bir saniyede birkaç atkı atılabilir.

Ok, ucunda delik bulunan bir teldir. Bazı oklar, makinanın yanına sarılı, esnek çelik şeritlerden yapılmıştır. Yeni tezgâhlardan birinde, çift ok kullanılmıştır. Bunlarda, bir ok atkıyı makinanın bir yanından taşırken, ikincisi yarı yolda onu karşılamaktadır. Aktarma işlemi, argaç aralığında yapılır. Ok, yalancı mekik kadar hızlı değildir.

En yeni tür tezgâh, sıvı püskürtmeli tezgâhtır. İlk kez bu makinada, argaç aralığına atkı dışında hiç bir nesnenin sokulmaması sağlanmıştır. Atkı, aralıktan, hava ya da suyla püskürtülerek geçirilir. Ancak, püskürtmenin gücü, atkıyı masuradan çekmeye yetmeyeceğinden, bu işlem için tezgâha başka bir aygıt takılır. Söz konusu aygıt, ipi gevşek tutarak, gerilimsiz püskürtülmesini sağlar. Su püskürtmeli sistem daha verimlidir; ama su geçirmez (sentetik) dokumalar ve paslanmaz gereçten yapılan makinalar dışında kullanılamaz.

DOLMAKALEM

Dolmakalem, bir yazma aracıdır. İçine mürekkep doldurulan bir depo, altın ya da paslanmaz çelikten yapılmış bir uç (yazma ucu) ve mürekkebi uca ileten hava delikleri ile akıntı kanalları sisteminden oluşur. Mürekkep besleme sisteminde, *kılcal etki* ve *yüzey gerilimi* gibi doğal olaylardan yararlanılır.

Batı'da patenti 150 yılı aşkın bir süre önce alınan ilk dolmakalemler, kılcal etkiden yararlanmıyordu. Yalnızca, mürekkep akışını sağlamak için, kullananca sık sık çalıştırılması gereken bir piston düzeni bulunuyordu. Günümüzün dolmakalemlerindeki kanallar ve hava deliklerine *besleme mekanizması* denir. Bunlar, ilk olarak A.B.D'nde L.E. Waterman tarafından, 1880'lerde başarıyla uygulanmıştır. Waterman'ın dolmakalemleri çok beğenilmiş ve milyonlarca satılmıştır.

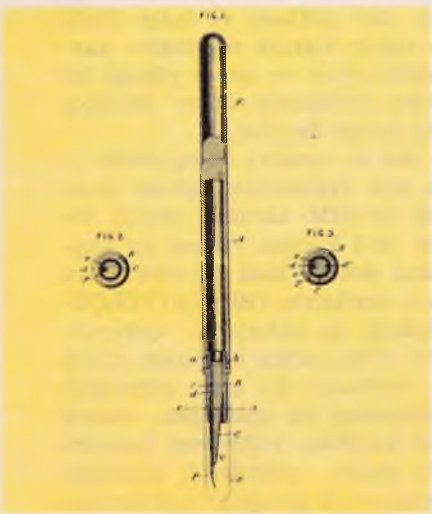
Dolmakalem içindeki akıtma kanalı, en uygun boyutta olmalıdır. Kanal çok küçük olursa, mürekkep akmaz; çok büyük olursa, fazla akarak, kağıdı lekeler. Kılcal etki, bir boru içindeki sıvının yüzey gerilimi sonucu ortaya çıkar. Sıvı, borunun çeper-

İki dolmakalem türü. (altta) Soldaki dolmakalemin üç türü bulunur: Sıkıştırılarak doldurulan; kartuşlu; kollu (burada açılmış olarak görünen madeni kol, mürekkep deposunu sıkıştırır). Sağdaki kalem ise, ucu döndürülerek ileri geri hareket ettirilen bir pistonla dolmaktadır.

lerine yapışır ve besleme sisteminin dibinden bir bölümü alınmadıkça akmaz. Dolmakalemde sıvı, mürekkeptir ve yazma yoluyla besleme sisteminin altından bir bölümü alınır. Mürekkep, ucunda dikey bir yarık bulunan kalem ucuna doğru akar. Mürekkebin yüzey gerilimi, bu yarığa yönelmesine, ama uçtan akıp gitmemesine neden olur. Yazma sırasında ucun hafifçe kağıda bastırılmasıyla, yarık genişler ve mürekkep akar.

Yüzey gerilimi, sıvıyı, düşen bir yağmur damlası gibi küresel biçim almaya yönelten bir özelliktir. Sıvı molekülleri birbirini çeker. Bu yüzden, sıvı damlası, tıpkı lastik bir kaba benzer. Bir iğnenin suyun üstünde yüzmesi, bu özelliğe bağlıdır. İğne, gerçekte taşırdığı sudan daha ağırdır; ama, yüzey gerilimini yok edecek kadar ağır değildir.

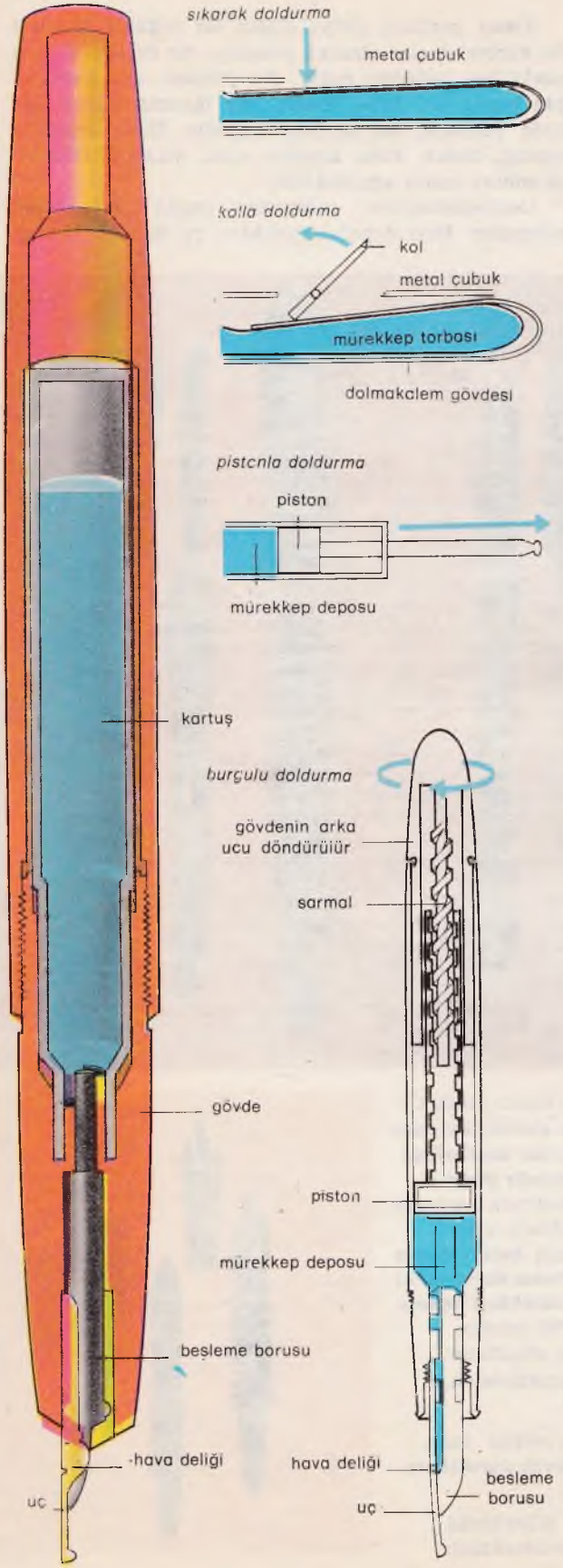
Dolmakalemlere mürekkep, çeşitli biçimlerde doldurulur. Bazı depolar lastikten ya da ona benzer



Çeşitli dolmakalemler. (üstte) Soldan sağa, pistonlu doldurma sistemi bulunan bir kalem (daldırıcı, kalemi doldurmak için dışarı çekilir); atılabilir plastik mürekkep kartuşuyla beslenen kartuşlu iki dolmakalem (sağdakinin ucu korunaklıdır, böylece hem kullanılması daha temiz, hem de tutması daha rahat olur) ve esnek plastik mürekkep depolu bir dolmakalem (depo, bir maden çubuğun bastırılmasıyla sıkıştırılır, bu kalemin ayrıca, değiştirilebilen, vidalı üç düzeni vardır).

İlk başarılı dolmakalem biçimi olan Waterman dolmakaleminin ayrıntıları. (solda)

Bir uç düzeni. (sağda) Mürekkebi akıtan oluk, açıkça görülmektedir.



*İki dolmakalem kesiti. (**solda**) Soldaki kartuşlu bir dolmakalemin kesitidir. Mürekkep, bir oluk boyunca beslenme borusuna ve uçtaki yarığa akar. Sağda, başka dolmakalem türlerinde kullanılan doldurma mekanizmalarından birkaçı görülmektedir. Bütün türlerde mürekkep, uca aynı yöntemle iner.*

---

bir yumuşak maddeden yapılır. Bu tür depolar, sıkıştırılıp mürekkebe daldırılır. Kol gevşetilir ve depo, doğal biçimine dönerken mürekkebi emer. Bazı dolmakalemlerdeyse, bir pistonlu emme düzeni ya da bir 'şnorkel' (uçta bulunan ve tulumbayla mürekkebi emen bir boru) bulunur. Kartuşlu dolmakalemlerde, değiştirilebilen kartuş, mürekkep deposudur. Dolmakalemin arka ucu açılır, içine kartuş yerleştirilir. Dolmakalem vidalanarak kapatıldığında, kartuşun ucundaki mekanizma açılır.

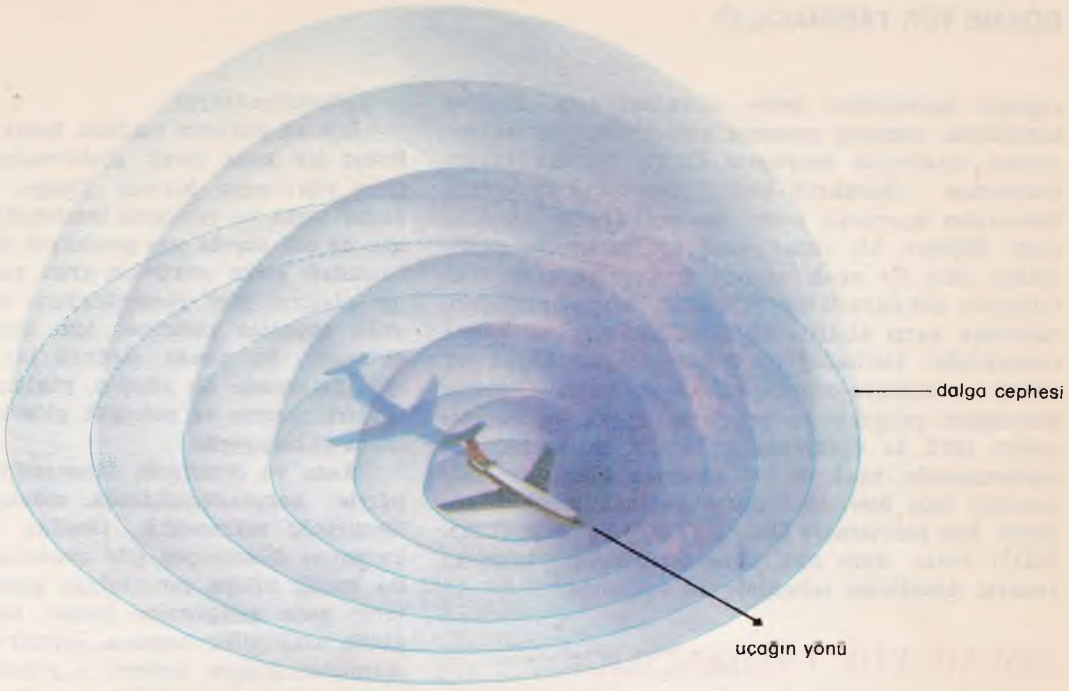
Mürekkep depolarının çoğunda, gerekli basıncı sağlamak için, mürekkebin arkasındaki bölmede hava delikleri bulunur. Kullananın isteğine göre, aynı dolmakaleme değişik genişlikte, çeşitli uçlar takılabilir. Dolmakalemlerin, vidalı ya da geçmeli olarak kapatılan kapakları vardır. Bunlar, kalem kullanılmadığı zaman mürekkebin kurumasını önler ve cepte taşınırken giysileri korur.

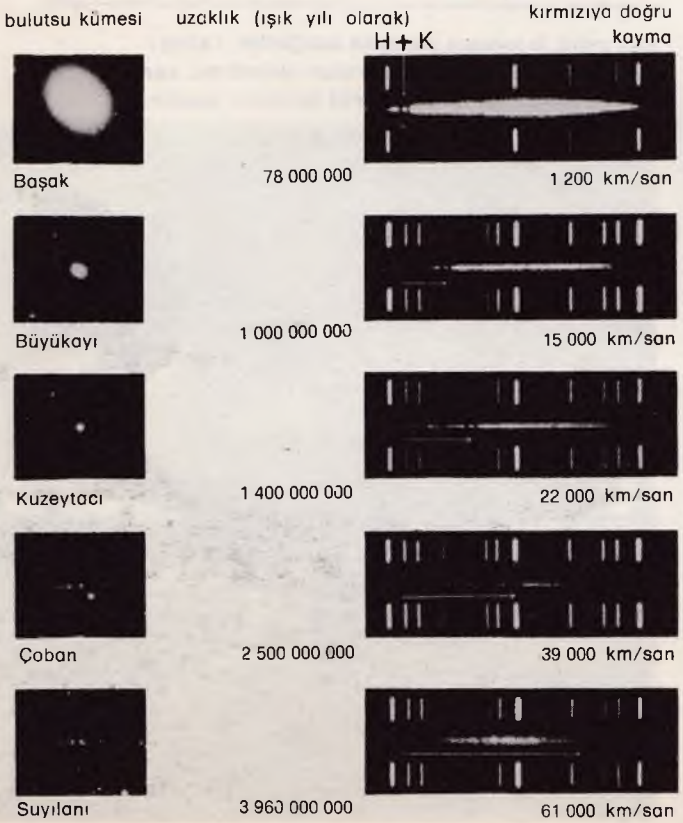
DOPPLER OLAYI

Her dalga hareketinde algılanan titreşim sayısı (bir sesin perdesi ya da bir ışığın rengi), dalgaların gözlemciyi geçiş hızlarıyla belirlenir. Işık ya da ses kaynağı ile gözlemci birbirlerine göre hareket ediyorsa, algılanan titreşim sayısı değişir. Gözlemci ile kaynak birbirlerine yaklaşmaktaysa, algılanan titreşim sayısı artar, uzaklaşıyorlarsa, azalır.

İlk kez Avusturyalı fizikçi C.J. Doppler tarafından incelenen bu olay, çoğunlukla bir uçak, bir yarış otosu, bir tren (özellikle tren düdük çalarken) gibi hareket halindeki ses kaynakları, bir gözlemcinin yakınından geçerken açık olarak algılanır. Ses önce yüksek perdeden (tiz) yaklaşır ve hızla düşük perdelere (pes) doğru kayar. Gerçek ses değeri, kaynak ile gözlemcinin birbirlerine en yakın olduğu bir an içinde, yani bunları birleştiren doğru boyunca hiç bir hareket olmadığı sırada duyulur.

Doppler olayının, ses ve benzeri titreşimlerle ilgili dalga olaylarında pek uygulaması yoktur. Ama, ELEKTRO-MAGNETİK IŞINIM alanına, çeşitli biçimlerde uygulanabilir. 1848 yılında Fizeau, bu kayramın geçerliliğini ışıkta denedi. Kısa bir süre sonra gökbilimciler, yıldızların tayflarını (Bk. TAYFÖLÇÜMÜ) incelemeye başladılar ve yıldızların çoğunda, ışığın dalgaboyunda ve frekansında kırmızıya doğru bir kayma olduğunu buldular. Bu olgu, yıldızların dünyaya göre hareketlerinin bir göstergesi olarak değerlendirilir. Doppler kayması, yıldızların hızlarını ve yörüngesel hareket yapan cisimlerin, sözgelimi çiftyıldızların, gezegenlerin ve gezegen uydularının





Doppler olayı. (üstte) Bir dalga aynı anda bütün yönlerde yayılır, ama bir sonraki dalga cephesi salınana kadar uçak öne doğru bir miktar yolalır. Sonuçta, dalgalar ön tarafta sıkışık olduğundan yüksek perde verir, arkadaysa daha düşük perdelere doğru kayar. Benzer bir etki yıldızlardan gelen ışınlarda da gözlenmiştir.

Evrenin genişlediğini gösteren kanıtlar. (solda) Solda, gittikçe küçülen bir sırada gökada gibi büyük yıldız sistemleri görülmektedir. Sağda ise bunların tayfları vardır. İyonlaşmış kalsiyum nedeniyle, gökada ne kadar uzaksa, H ve K çizgileri o oranda belirginleşir. Okla gösterildiği gibi, bu çizgiler kırmızı uca doğru kaymaktadır. Gökadaların gerçek uzaklığı, gökada içinde bulunan ve parlaklıkları bilinen yıldızlar gözlenerek saptanabilir.

yörüngelerini ve uzaklıklarını hesaplamada kullanılır.

Günümüzde yapılan gözlemlerde, en uzak cisimlerde görünen kayma, kırmızıya doğrudur. Görünen dalga boyundaki bu uzama, güneş sisteminden uzaklaşan bir hareketin varlığını belirler. 1940 yılında kırmızıya kayma, evrenin genişlemesi kuramının en güçlü kanıtı olarak ele alınmış, en büyük kaymanın, en yüksek hızla uzaklaşan cisme ilişkin olduğu varsayılmıştır.

Doppler olayı, RADAR alanında büyük önem kazanmıştır. 1950'lerde askeri radarlar, kendilerine ha-

reketsiz hedeflerden gelen sinyalleri atıp, doppler kaymasına uğramış yansıma sinyallerini anında sezebilen elektronik devrelerle (MTI: Moving Target İndication, «hareketli hedef gösterme») donatıldı. Bunlardan hareketli hedef göstergelerinde yararlanıldı. Böylece, bir radar, uzak bir yamaçtan alçalmakta olan bir uçağı anında saptayabiliyordu. Günümüzde çok duyarlı tipleri yapılan doppler radarları, hırsızlığa karşı ALARM SİSTEMLERİ'nde de kullanılmaktadır. Herhangi bir alanı tarayan küçük bir anten aracılığıyla alınan en küçük hareket, alarm düzeneğini çalıştırmaya yeterlidir. Başka bir doppler radarı türü de uçaklarda kullanılır. Bu radar, yön saptamasında, uçak ile yer arasında (deniz üstünde uçarken bazı özel düzeltmeler yapmak gerekir) göreceli hızı belirlemeye (Bk. HAVACILIK ELEKTRONİĞİ) yarar. Aynı ilke, kara taşıtlarının hızlarını radarla denetleme işleminde de kullanılır.

DÖKME YÜK TAŞIMACILIĞI

Deniz yoluyla kömür ve tahıl taşımacılığının geçmişi, 1860'larda madeni teknelerin kullanılmaya başlanmasına kadar uzanır. Önceleri bu gemilerin sepet ve küreklerle yüklenip boşaltılması için, büyük miktarda ucuz işçi gerekiyordu. Sonradan, insanların yerini raylar üstünde mekanik olarak çekilen ve içindekileri doğrudan ambara boşaltan vagonet asansörleri aldı. Yükü ambardan boşaltmak içinse, KREN'ler kullanılmaktaydı.

Dökme yüklerin (sandık, balya ve çuval gibi herhangi bir kaba gerek göstermeksizin doğrudan yığılan yük) çoğu, Birinci Dünya savaşının sonuna kadar torba ve varillerle taşınmaktaydı. Ama, bunun için de çok sayıda işçi gerekliydi. Bir grup, gemi ambarından gelen yükü bir kren yardımıyla yerleştirme planına göre yerleştirirken, başka bir grup da, yükü depolara götürmek için bekleyen kamyonlara aktarırdı. Bu sırada, üçüncü bir grup işçi, yığma işini üstlenirdi. Bu yüzden, yükleme ve boşaltma işlemleri, taşıma ve yolculuk giderleri toplamının yarısına yaklaşıyordu.

Kara ve demiryolu taşımacılığı, deniz taşımacılığıyla karşılaştırıldığında, oldukça önemsiz kalır. Demiryolu taşımacılığı, tüneller, iniş çıkışlar, makaslar ve dönemeçler gibi nedenlerle, yükün boyutunu kısıtlı tutma zorunluluğu getirir. Motorlu araçların hızla gelişmesine karşın, karayolu taşımacılığında uzun yıllar boyunca önemli bir ilerleme görülmemiştir. Bunun nedeni, o yıllarda yollar yalnızca atla çekilen araçlara uygun olduğu için, demiryolunun daha hızlı bir ulaşım sağlamış olmasıdır.

Dökme yükler: Birçok sıvı ve akabilen katı madde, herhangi bir kap içine konmadan başarıyla taşınabilir. Katı dökme yüklerden bazıları şunlardır: Maden filizleri, gübre, kömür, kireçtaşı, çimento, her tür tahıl, un, kimyasal maddeler, şeker. Sıvı maddeler ise, petrol ürünleri, bitkisel yağlar, kauçuk hammaddesi, sıvı gazlar, kimyasal maddeler, şarap, mey-

Geleneksel bir yük aktarma yöntemi. Londra'daki bir rıhtımda, iplerle bağlanmış yükün gemiye alınışı. (altta)

Sıvı çelik taşımaya yarayan tankerler. (altta) Erimiş metal üstten doldurulur. Boşaltma, varilin döndürülmesiyle gene üstteki delikten yapılır.

ve suları, süt, su ve bira gibi ürünlerdir.

Ham petrol ve petrol ürünleri, dökme yük taşınacılığında tonaj olarak en büyük yeri alır. İkinci olarak tahıl taşımacılığı gelir. Tahıl taşımacılığı metal gereksinmesi arttıkça yerini, maden filizi taşımacılığına bırakmaktadır.

Paketleme ve ambalajlama yerine, açık yığınlar halinde yapılan taşımacılığın en önemli yararı, ekonomik olmasıdır. Hem ambalaj gereci kullanılmaz, hem de ambalajlama işi ortadan kalkar. Ayrıca, dökme yük taşımacılığında, yükleme ve boşaltma daha çabuk yapılabileceği için, gemiler limanlarda daha az zaman yitirir ve böylece daha çok sefer yapmış olurlar.

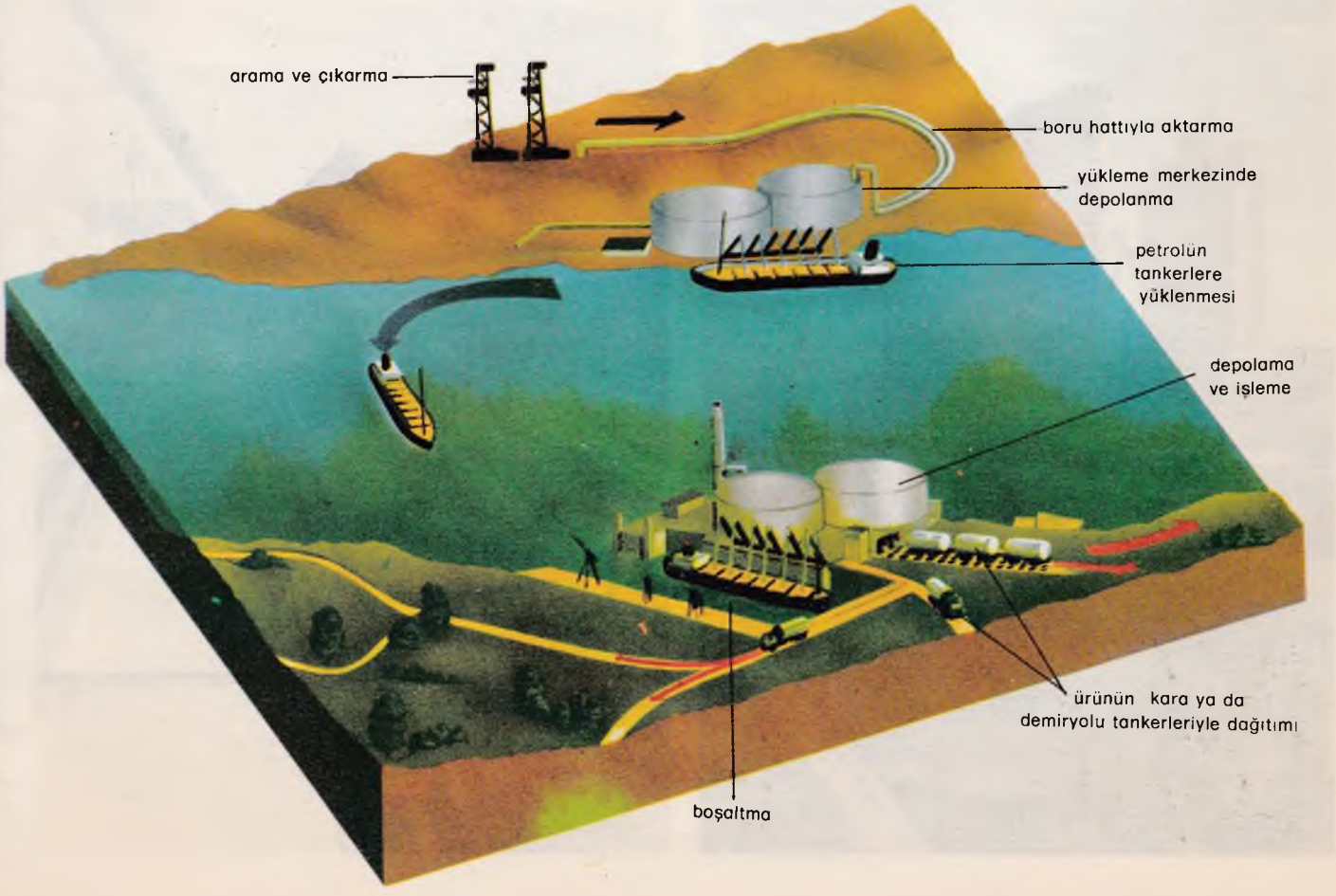
Gemiler: Günümüzün en yaygın dökme yük taşıma gemisi tankerdir. 1939'dan önce bir tankerin, dedveyti 12 000 tonu geçmezdi. 1972'lere doğru bu ağırlık, 250 000 tona çıktı. Günümüzde 483 000 tonluk tanker yapılmaktadır. Dedveyt, geminin boşken taşırdığı su miktarı ile deposu, ambarı ve yakıtı tam doluyken taşırdığı suyun farkının ton cinsinden değeridir.

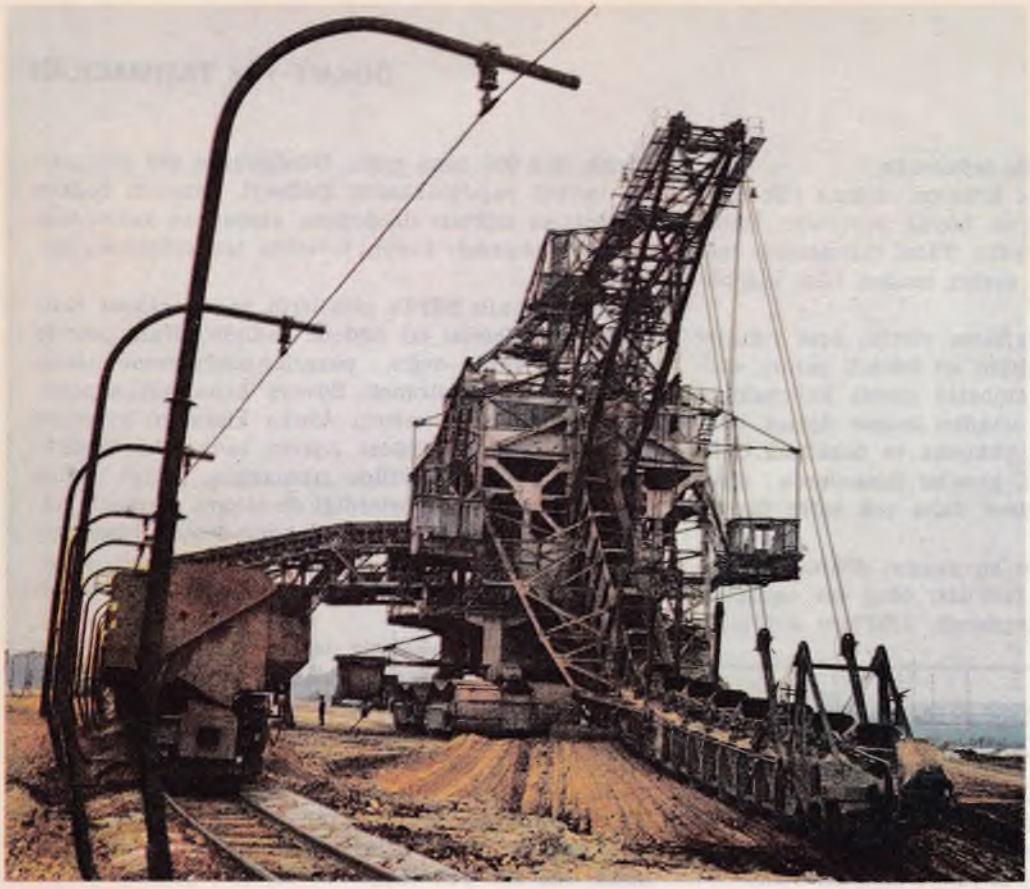
Ağır tonajlı büyük gemilerin ya da «süper tankerlerin» gelişmesi iki nedene bağlıdır: Ham petrolü yüklendiği yerde değil, pazarlanacağı yerde işleme politikasına yönelinmesi; Süveyş kanalının kapatılması nedeniyle, gemilerin Afrika kıtasının çevresini dolaşma zorunda kalması. Ayrıca, tanker büyüklüğünün 70 000 tonun üstüne çıkmasıyla, petrol taşıma giderlerinin düşme gösterdiği de ortaya çıkmıştı. Bütün bu etkenlerin yanı sıra,tankerin boyutu büyüdükçe, elektronik komuta aygıtları kullanımına yönelindiğinden, mürettebat sayısı (dolayısıyle de giderleri) azalıyordu.

Yükleme ve boşaltma iskeleleri, oldukça derin yerlere uzanır. Bununla birlikte, büyük tankerlerin sualtı derinliği çok fazla olduğundan, tam yüklüyken iskeleye yanaşamazlar. Bu yüzden, yükün bir bölümü, derin bir yerde daha küçük bir tekneye aktarılır.

Günümüzde, petrol ürünleri dışında, birçok yaş ve kuru yük, deniz yoluyla taşınmaktadır. Bazı tekneler, tek tür yük taşıyacak biçimde yapılır. Sözgelimi ,sıvı metan gazı için tekne, birkaç tane yalıtılmış

Petrolün taşınması, işlenmesi ve depolanması sırasında sık sık, dökme yük taşıma yöntemlerine başvurulur. Kıyıdan uzak bölgelerden çıkarılan ham petrol, boru hattı aracılığıyla tanker yükleme rıhtımlarına akıtılır veya depolanır ya da doğrudan tankere boşaltılır. Boşaltma rıhtımlarından ve rafinerilerden gelen petrol ürünleri, kara ve demiryollarıyla çeşitli yörelere dağıtılır.

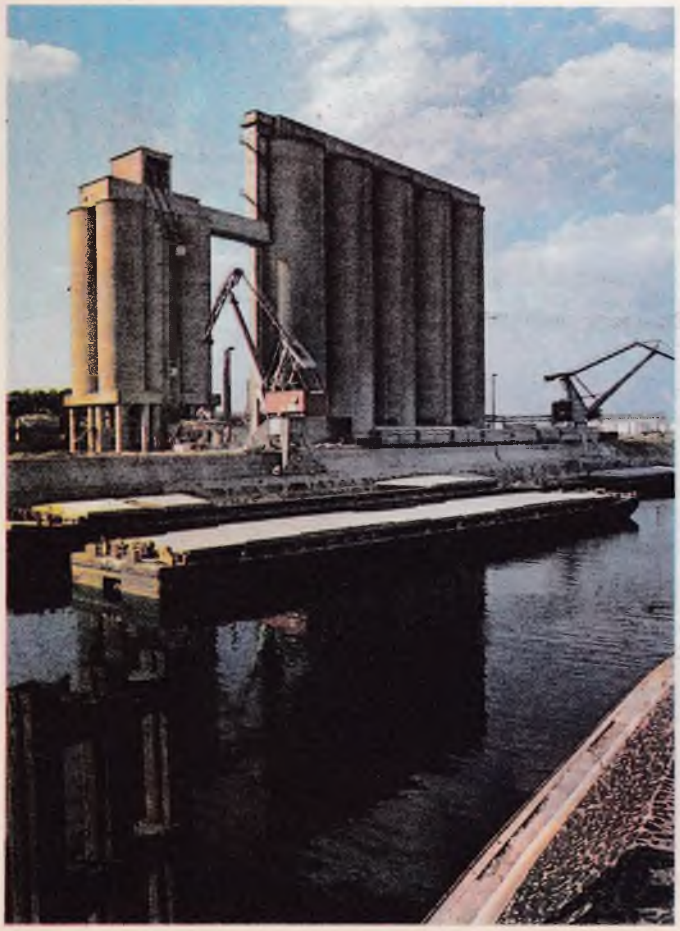




Kovalı taşıyıcıları bulunan dev bir paletli aracın, Köln yakınlarında (Almanya) linyit yükleyişi.(solda)

Godorf/ Wesseling'teki (Almanya) tahıl siloları. (altta solda) Resmin solunda, elevatör kepçeleri görülmektedir.

Polk'ta (Nebraska) tahılın döner arabalara boşaltılması. (altta sağda)



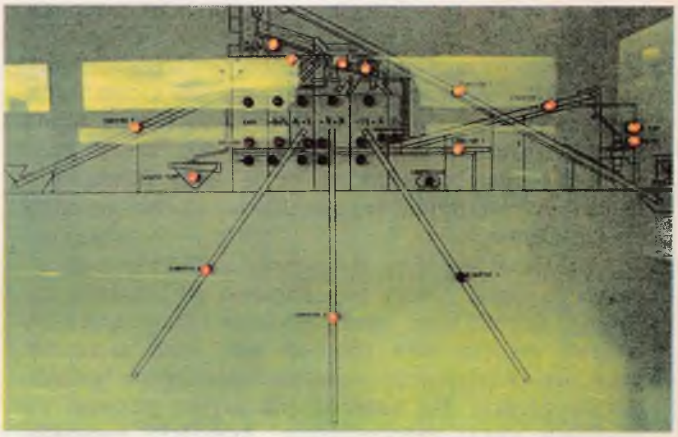
soğutma deposuna bölünür. Gerekli yükleme ve boşaltma gereçleriyle de donatılmış olan böyle bir gemi, belirli limanlar arasında gidip gelir. Bu gemiler, genellikle 12 000-14 000 ton dolaylarında yük taşır.

Tankerlerle taşınan öteki maddeler arasında melas, bitkisel yağlar, balina yağı, katran, çeşitli kimyasal maddeler, şarap ve kostik soda yeralır. Yalnızca erimiş fosfor taşıyan 10 000 tonluk tankerler de vardır.

Kara ve demiryolu: Demiryolu vagonlarının temel kısıtlamaları ortadan kaldırılamaz. Ancak, modern rayların yapımıyla, vakum ve basınçlı havayla çalışan frenlerin ve daha güçlü lokomotiflerin geliştirilmesiyle, daha büyük yük vagonları kullanılmaya başlanmıştır. A.B.D 'nde bir tren yükünün üst sınırı, 30 000 tona kadar çıkabilmektedir.

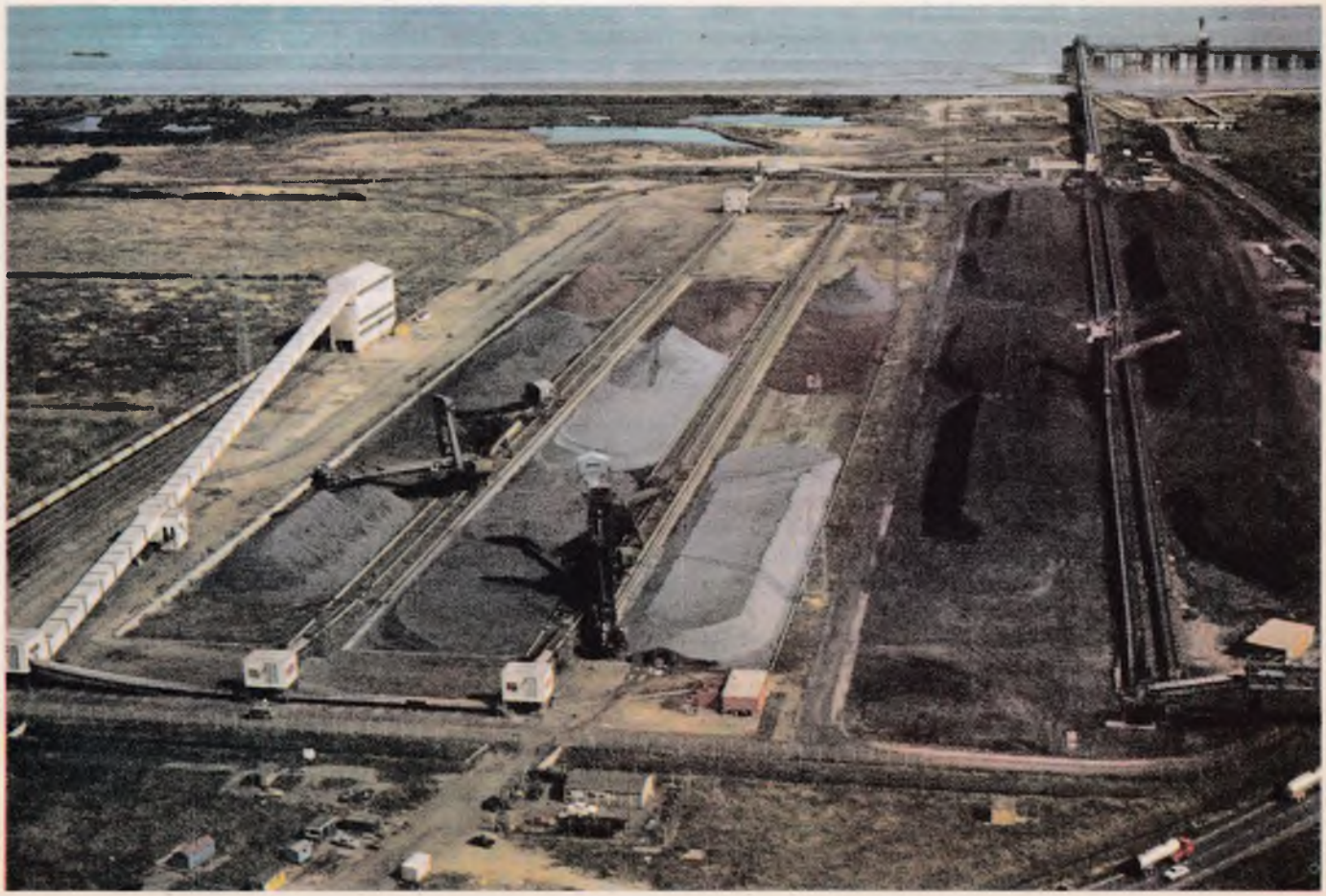
Kuzey Amerika'da kullanılan bazı demiryolu tankerleri 116 000 litreye kadar, Avrupa ve Avustralya'daki en büyük demiryolu tankerleri ise 95 400 litreye kadar sıvı taşıyabilmektedir. Afrika'da en çok 61 000 litrelik tankerler, Brezilya ile Güney Amerika'nın öteki ülkelerinde ise, 70 000 litrelik tankerler kullanılmaktadır.

Petrol ve petro-kimya ürünleri dışında, birçok sıvı ve kimyasal madde için (ayrıca çimento, kireç, un, nişasta, plastik taneleri gibi, taneli ve toz halin-



Bir çakıl işleme merkezinin denetim panosu. (sağda) Panoda, konveyör ve kepçelerin düzeni, çalışmakta olan bölmeleri gösteren ışıklı bir sistemle izlenebilir. Burada, tarama makinalarıyla çıkarılan çakıl temizlenir, değişik boylara ayrılır ve kamyonlara yüklenir.

İmmingham (İngiltere) çakıl depolama merkezinin havadan görünüşü. (altta) Bir konveyör sistemi çakılı yığar ya da yan hatlara verir.



deki maddeler için de), özel tankerler kullanılmaktadır. Bu maddeler, tankerlerden genellikle, ya pnömatik, ya emişli taşıyıcılarla ya da depoların altı açılarak yerçekimiyle boşaltılır.

Bazı uygulamalarda, depoların soğutulması ya da ısıtılması gerekebilir. Sözgelimi, İspanya'daki sıvı asfalt taşıyan yalıtılmış tankerlerde, asfaltı 250°C'ta tutacak bir ısıtma düzeneği bulunur. Demir ve çelik taşımacılığında da, kızgın sıvı metal, çoğunlukla özel olarak yapılmış 250 tonluk vagonlarla taşınır. 110 ton kapasitelik silo arabaları, kömür, maden filizi, tahıl, ağaç yongası, kireçtaşı ve kum-çakıl taşımada kullanılır.

Karayolu taşıtlarıyla da, demiryollarındaki kadar çeşitli madde taşınır. Bu taşıtların aldığı yük miktarı günden güne artmakta, 40-50 tonluk kamyonlar, yaygınlaşmaktadır. Ne var ki, birçok ülke, çevre koruması nedenleriyle bu taşıtları sınırlandırmakta ve demiryolu taşımacılığına ağırlık vermeye çalışmaktadır.

Yükleme boşaltma donanımları: Günümüzde limanların çoğu, dökme yük yükleme ve boşaltma işlemine uygun hale getirilmektedir. Taşımacılıktan istenen verimin elde edilmesi için, hızlı taşıtların yanı sıra, yükleme ve boşaltma işlemlerinin geliştirilmesi gerekir. Bu nedenle, çok sayıda yükleme ve boşaltma aygıtı geliştirilmiştir. Ambalajlı taşımada paletlere, ÇATALLI İSTİFLEYİCİ'lere, krenlere, izbirolara gerek duyulurken, dökme yük taşımacılığında daha pahalı, ama çok daha hızlı iş gören POMP'Alar, KOMPRESÖR'ler, KONVEYÖR'ler ya da boru hatları kullanılır. Boru hatlarından sıvı ve gazların yüklenip boşaltılmasında yararlanılır. Bu yöntemle aktarılan maddelerin başlıcaları şunlardır: Su; ham petrol; işlenmiş petrol ürünleri; doğal gaz; havagazı. Boru hattı boyunca yerleştirilmiş pompalama istasyonları, akmayı kolaylaştırır. Mazot, gazyağı ve benzin gibi işlenmiş petrol ürünlerinin aktarılmasında, birbirine karışma miktarının az olduğu, art arda pompalama da yapılabilir.

Hangi yöntemin kullanılacağı, aktarılacak maddenin özelliklerine bağlıdır: Akışkanlık; aşındırıcılık; ıslaklık; tozluluk; içindeki zararlı gazlar ya da başka zararlı maddeler.

Sıvılar genellikle, gemide ya da karayolu taşıtında yeralan pompalarla boşaltılıp doldurulur. Büyük bir açık deniz petrol tankerinde, saatte 10 000 ton boşaltabilecek bir düzenek vardır ve bütün yükleme ya da boşaltma işlemi 24 saatte, en az insan gücüyle tamamlanabilir.

Tahıl, kolaylıkla akan bir maddedir. Bu amaçla kullanılan yükleme boşaltma aygıtları, kompresörle çalışan emici borular ile ARKHİMEDES BURGUSU'ndan oluşur. Modern limanlarda bir tahıl gemisi, saatte 2 000 ton hızla boşaltılabilmektedir. Dökme yük halindeki tahıl, un ve öteki taneli ya da toz biçimindeki maddeler aktarılırken, statik elektriğin önlenmesi gerekir. Çünkü, oluşan tozlu atmosfer, oldukça yanıcıdır ve statik yüklenmeyle oluşabilecek bir kıvılcım, bir anda patlamaya yolaçabilir.

Maden kömürü, kok kömürü ve maden filizlerinin yüklenip boşaltılması, günümüzde, genellikle otomatik yöntemlerle gerçekleştirilir ve saatte 4 000 tonluk bir hıza ulaşır.

Pompalama, emme, üfleme ve burgulu konveyör, kesintisiz aktarma sağlar. Kesintili aktarma yöntemleri içinde, gemiye yukardan yerçekimi yardımıyla boşaltma yapan, havai hat araçları yeralır. Öteki kesintili yöntemlerden biri de, dev kepçeli krenlerin kullanılmasıdır. Açık tavanlı maden ocaklarında kullanılan bu yöntemde, kepçenin bir seferde aktardığı yük, 60 tonu geçer.

DÖKÜM

Döküm, eritilmiş bir maddenin kalıp içine dökülerek, katılaşırken istenen biçimi almasını sağlama işlemidir. Buz yapımı, günlük yaşamda sık sık raslanan yalın bir döküm örneğidir. Ama endüstri işlemleri için üretilen yüksek nitelikli ve karmaşık biçimli dökümler, yüksek derecede uzmanlık ister. Bazı çömlek ve seramik türleri de, *balçık döküm* işlemiyle yapılır. Ne var ki kil ve sudan oluşan asıltının, yani balçığın katılaşması, gerçek bir katılaşma değildir. Döküm terimi, genellikle sıvı metal ve alaşımların katılaşmasını tanımlamak için kullanılır. Dökümün tarihi çok eski çağlara kadar uzanır. Mezopotamya'da aşağı yukarı İ.Ö. 2 500'lerden kalma, çok güzel altın, gümüş ve bronz döküm süs eşyaları bulunmuştur.

Dökümler ya da bazen adlandırıldığı gibi kütükler (ya da külçeler), dökümevinde ve döküm atölyelerinde yapılır. İlk işlemlerden elde edilmiş sıvı metallerin döküldüğü yalın ve oldukça kaba biçimler, kütük diye adlandırılır. Bu deyim, aynı yalınlıkta, ama daha sonra mekanik işlemlerden geçirilerek, işlenmiş eşyalara dönüştürülecek daha hassas biçimler için de kullanılır. Kütükler genellikle kokil kalıplar içine dökülür. Kokil kalıplar, genellikle dökme demirden yapılır; ama bazen suyla soğutulmuş bakırdan yararlanılır. Kokil kalıplar birçok kez kullanılabilir.

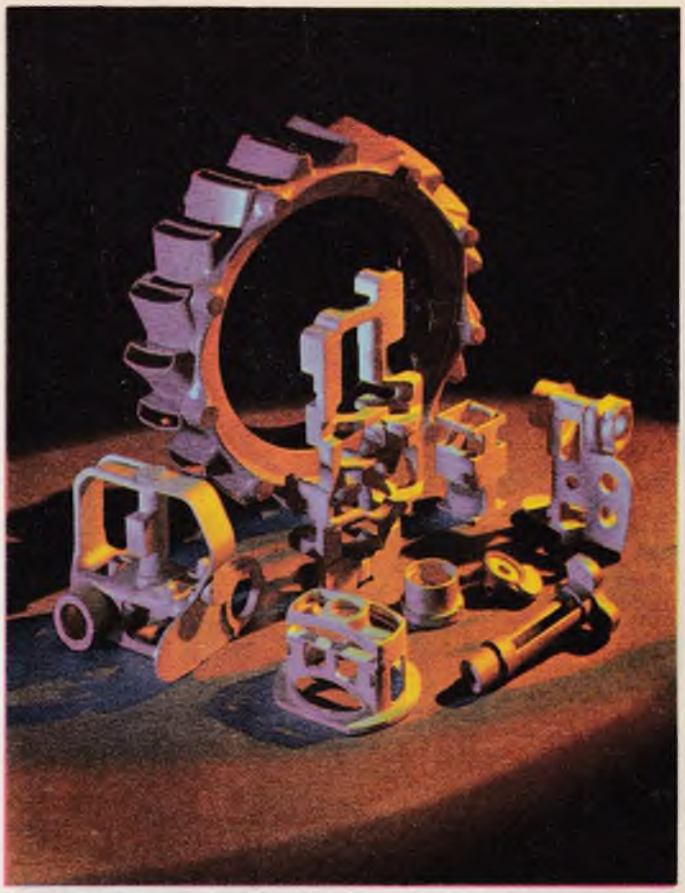
Daha sonraki bir işlemle biçiminde önemli bir değişiklik yapılmayacak olan döküm ürünlerine, *döküm* denir. Bunların yapımında kokil kalıpların yanı sıra, kum, yüksek sıcaklıklara dayanıklı çimento ve seramik kalıplar kullanılır. Dökümler genellikle kalıp maddesine ya da kullanılan yönteme göre adlandırılır. Sözgelimi, *kum döküm* sıkıştırılmış kum kalıp içinde, *savurma döküm* döner kalıplar içinde yapılır.

Birçok kez kullanılabilen dayanıklı seramik ya da grafit kalıplar dışında, metal olmayan kalıplar, döküm çıkarıldığı zaman parçalanır, yani her döküm için yeni bir kalıp yapılması gerekir. Bu nedenle, kalıp boşluğuna biçim vermede, bir modelden yararlanmak gerekir. Bu model, genellikle istenilen dökümün tam bir kopyası değildir. Üretimi kolaylaştırmak amacıyla, bu modele başka parçalar eklenir.

Döküm, üç boyutlu, karmaşık biçimlerin tek bir işlemle yapılmasını sağlayan, çok yönlü bir metal biçimlendirme yöntemidir. Biçim ne kadar karmaşıksa kalıbı hazırlamak o kadar zordur. Başlıca sorunlardan birini, girinti ve çıkıntılar yaratır.

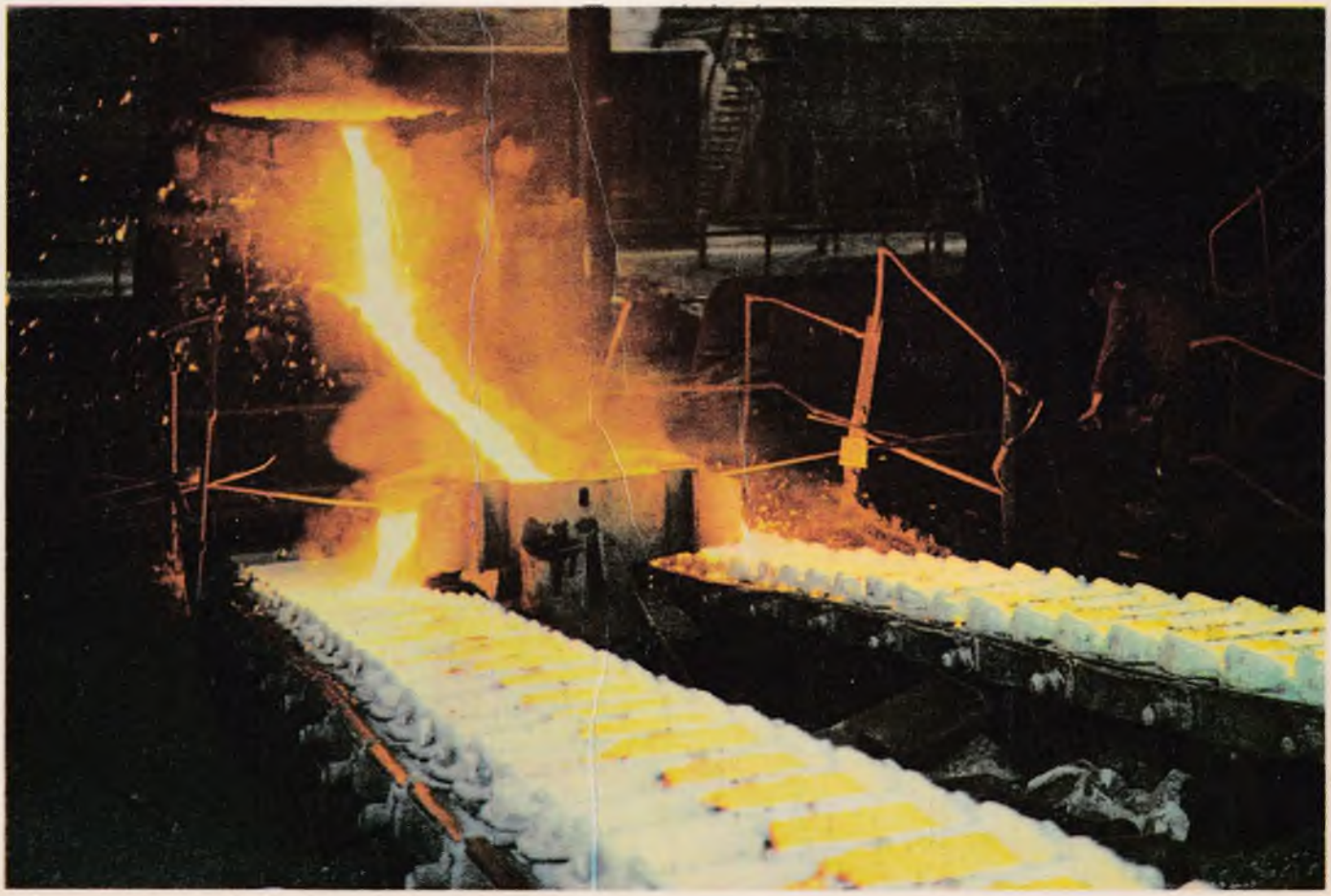
Önlem alınmazsa, girinti ve çıkıntılar, modelin kalıptan çıkarılmasını engeller. Bu sorun, atılabilecek modeller kullanma gibi çeşitli yollardan çözülebilir. Ancak, bunların tümü daha karmaşık ve daha masraflı işlemlere yolaçar. Bu yüzden, döküm tasarımı, kullanılacak üretim yöntemi gözönüne alınarak yapılmalıdır.

Kum döküm: Döküm yöntemleri arasında en çok yönlü olanıdır. Birkaç gramdan yüzlerce tona kadar değişen büyüklükte ve hemen her cins maddeden döküm yapımında kullanılan bu yöntem, toplam üretimde en büyük bölümü oluşturur. Kalıpları yapmak için kullanılan kumlar, genellikle silis temel-



Kayıp balmumu dökümünde, balmumu model bir kalıp içine alındıktan sonra eritilir. (sağda) Bu yöntem, günümüzde çok hassas dökümler yapmada kullanılmaktadır.

Yukarı doğru eğimli bir taşıyıcı bant üstünde ilerleyen, eritilmiş çelik dolu külçe kalıpları. (altta)



lidir; ama daha özel uygulamalar için zirkonyum ve kromit temelli kumlar kullanılır. Kuma gerekli sağlamlığı vermek için, kil ya da silikat gibi bir bağlayıcı katılır.

Odundan ya da metalden yapılan model, bir *derece* (kalıp kutusu) içine yerleştirilir ve çevresine, kalıp kumu, elle ya da günümüzde olduğu gibi makinalarla sıkıştırılır. Bu model daha sonra çekilip çıkarıldığında, istenilen biçimde bir boşluk kalır. Çekilmesini kolaylaştırmak için, modele çekme payı verilmelidir. En yalın kalıp türünün tepesi açıktır. Ancak, çoğunlukla boşluk, bütünüyle kumla kapatılır (erimiş metalin boşluk içine akıtıldığı olukların dışında). Bu nedenle kalıp, modelin çekilmesini kolaylaştıracak biçimde birbirinden ayrılan, iki ya da daha çok sayıda parçadan yapılır.

Kum dökümü, eski bir yöntemdir. Son yıllarda kuma sentetik reçine katılarak, bu yöntemle daha iyi sonuçlar elde edilmektedir. Kumla, model çevresinde bir kabuk oluşturulur. Resimde reçineyle pekiştirilmiş bir dişli çark kalıbı görülmektedir. (solda)

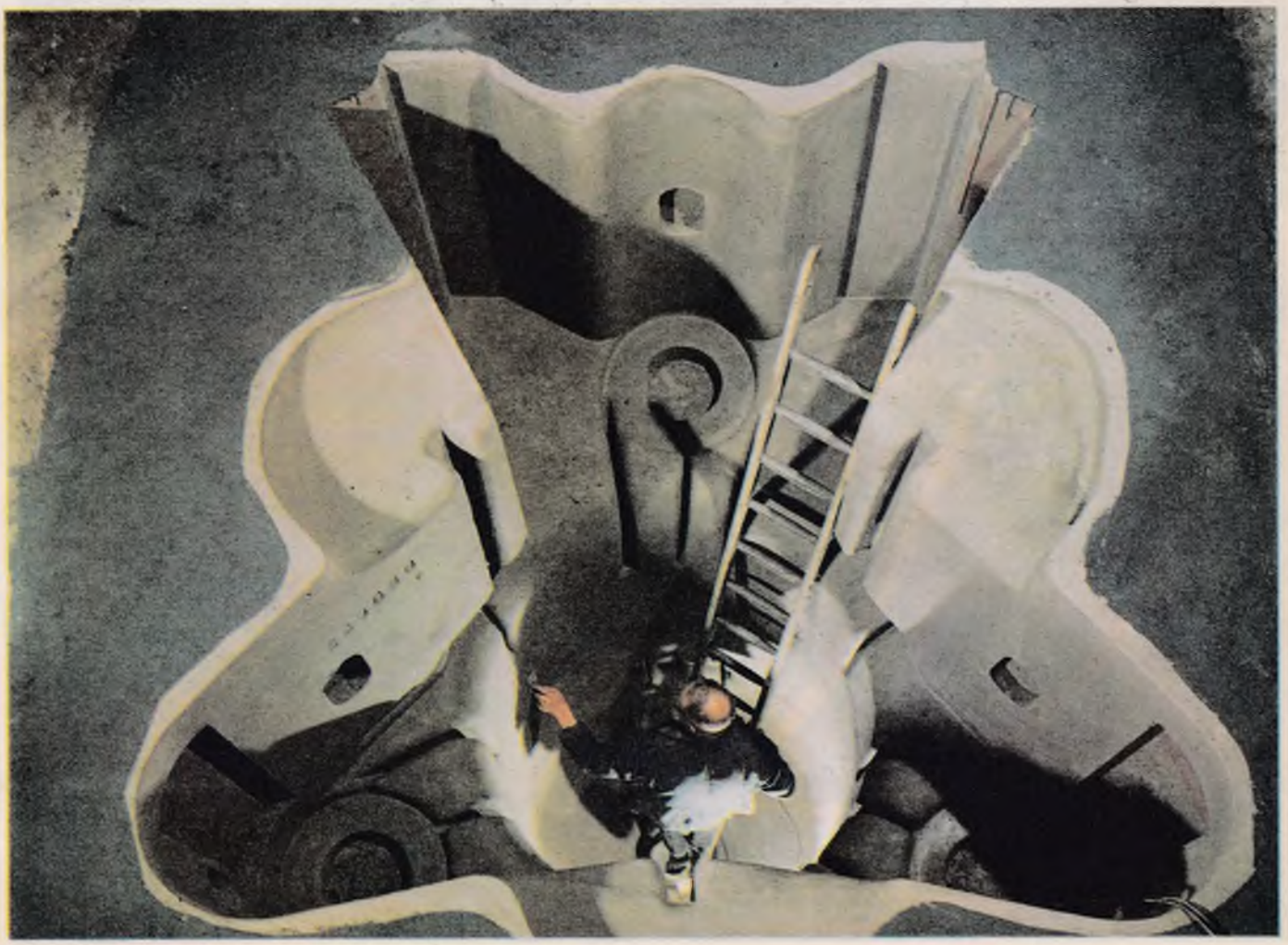
Demiryolu araçlarının çelik tekerlekleri, (altta) seri üretimle büyük sayılarda dökülmektedir.

Dökülecek parça sayısı çok değilse, kum kalıp kullanılır. Bu durumda, boyutlardaki tolerans ve yüzey özellikleri iyi olmaz. Ama daha ince kum kullanılarak, kalıbın niteliği bir dereceye kadar düzeltilebilir.

Kabuk kalıplama: Bazen bulucusu Croning'in adıyla da anılan bu yöntem, kum kalıplamanın değişik bir biçimidir. Kalıplama işleminin süresini kısaltma ve yakınlaştırma amacıyla, kum dökümü makinalaştırılmıştır. Genellikle metalden yapılan modeller, bir levha üstüne yapıştırılır, kabuk kalıp makinasına bağlanır ve yaklaşık 200°C'ta ısıtılır. Bağlayıcı olarak sıcaklıkla kuruyan bir reçine içeren kumun gerekenden fazlası, model üstüne boşaltılır.

Kum dökümlerin, genellikle sonradan traşlanması gerekir. Resimde, traşlama makinasıyla bir dökme hadde tezgâhının düzeltilmesi görülmektedir. (sağda)

Hadde pres gövdesi dökümü için hazırlanmış dev bir kum kalıbı. Kalıba son düzeltmeler yapılmaktadır. (altta)



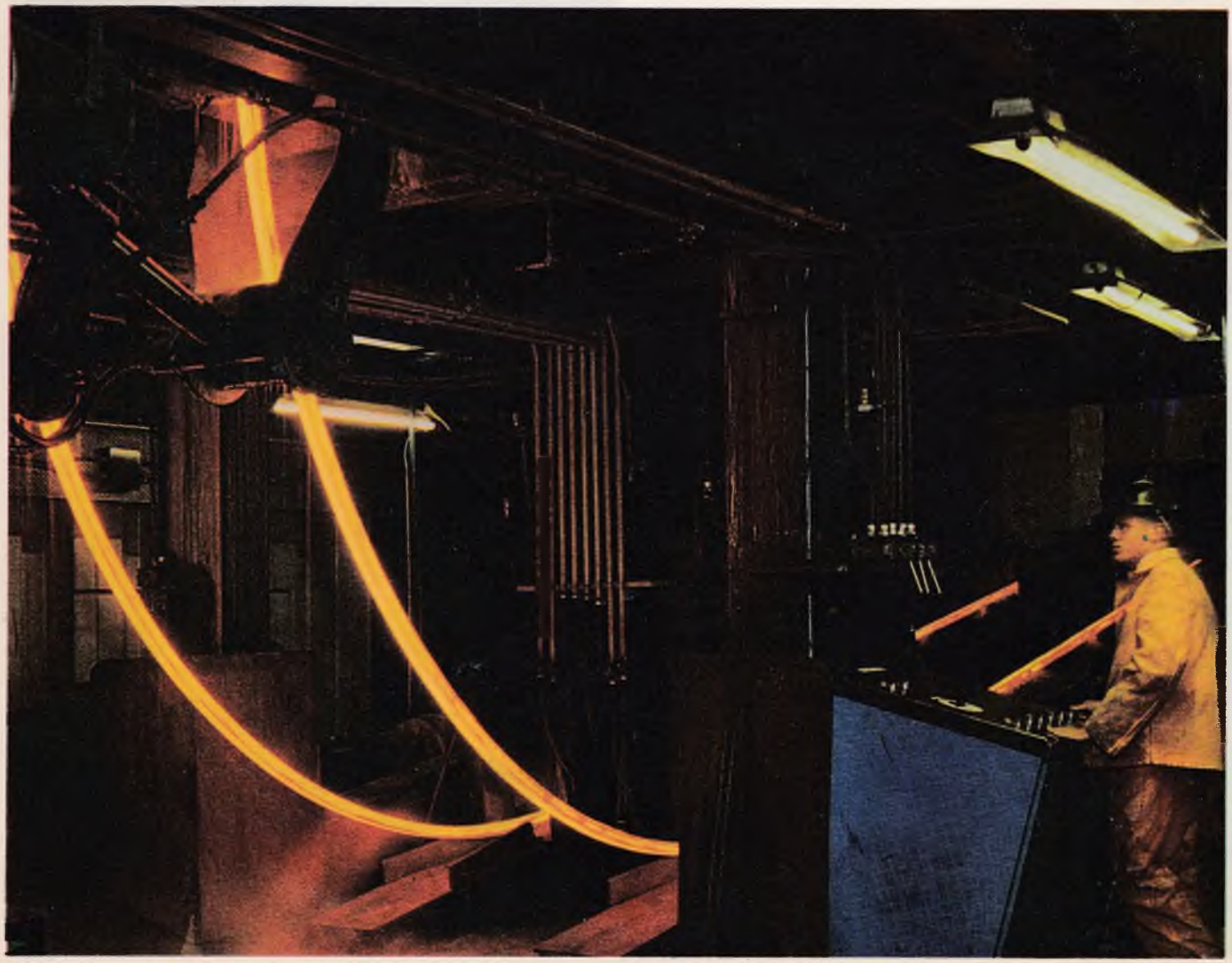
Birkaç saniye sonra, kumdan bir tabaka kuruyarak, ince bir kabuk oluşur. Fazla kum, model levhası ters çevrilerek dökülür. Model ile kabuk, bir fırında300-450 C'ta ısıtılır. Bu işlem iki dakikada tamamlanır ve kabuk özel bir mekanizmayla modelden çıkartılır. İki ya da daha çok kabuk birleştirilerek, tam bir kalıp elde edilir. Bu yöntemle, düzgün yüzeyli ve doğru ölçülü dökümler üretilir. Ne var ki, kabuk makinaları ve gereçleri, önemli yatırım giderleri gerektirir.

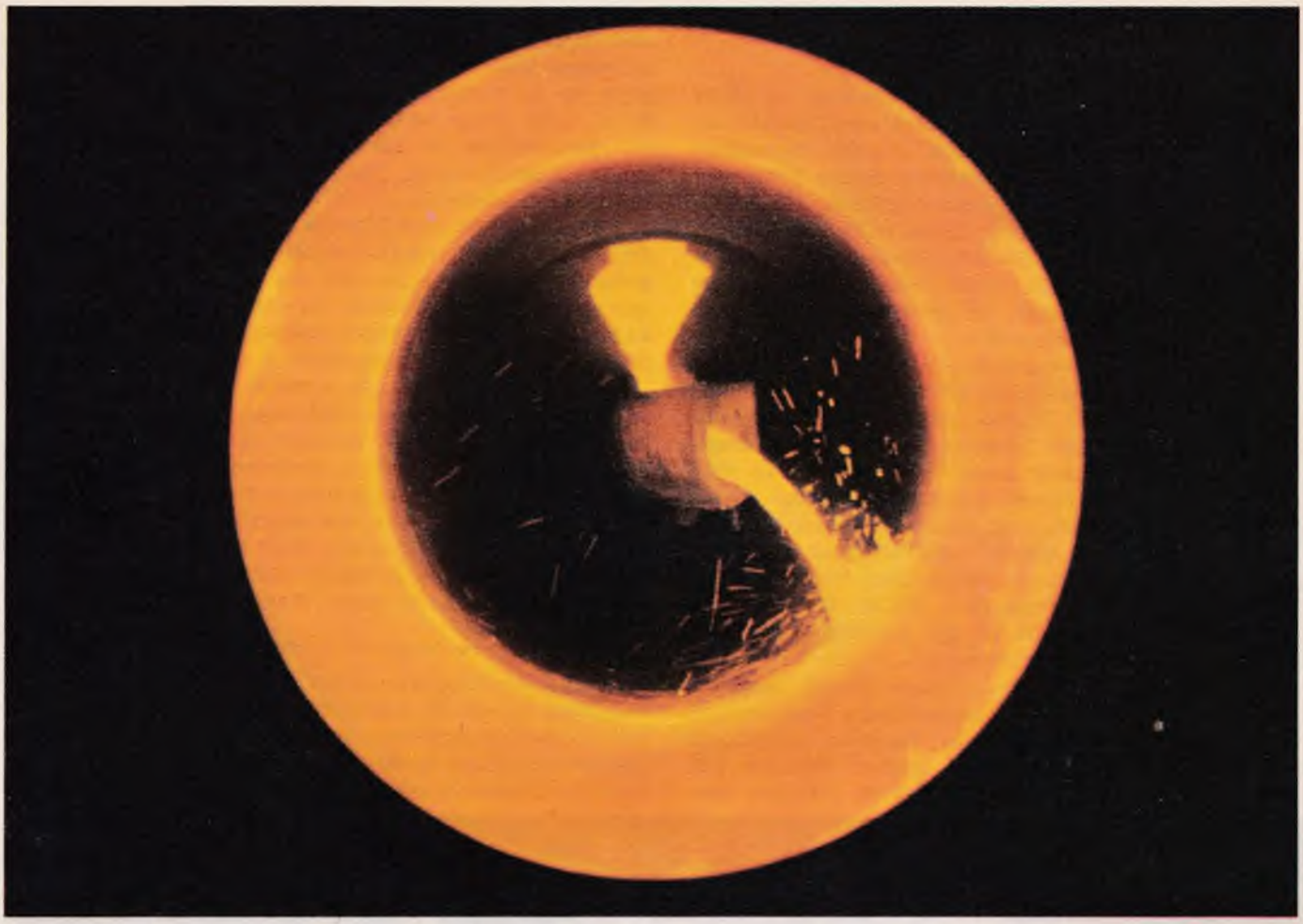
Kalıp balmumu dökümü: Çok hassas parçaların dökümünde, genellikle eksiz kalıplar ve atılabilir modeller kullanılarak uygulanan önemli bir yöntemdir. İlk kez Mısırlılar tarafından kullanılmıştır. Günümüzde metal heykelciliğinde, küçük boyutlu yapıtların dökümünde, hâlâ yararlı olmaktadır (Rolls Royce marka otomobilleri süsleyen maskot, bu yöntemle dökülmüştür). Endüstri alanında, gaz türbinleri yapımı ya da havacılık gibi mühendislik dallarının tümünde, hassas parçaların üretiminde kullanılır.

Genellikle balmumu ya da plastikten yapılan atılabilir modellerle bir mastar kalıp içine fışkırtma yöntemiyle biçim verilir ve katılaştığı zaman çıkarılır. Aynı amaçla, donmuş cıva da kullanılabilir. Hassas dökümler çoğunlukla küçüktür. Bu yüzden, birçoğu bir anda dökülebilecek biçimde hazırlanır. Daha sonra modeller, çok ince silis ve etil silikatten oluşan ateşe dayanıklı ince çamura batırılır. Böylece oluşturulan ilk astar, kum ve bağlayıcı madde katılarak, akışkan yataklarda kalınlaştırılır (seramik kabuk işlemi). Bunun yerine, model doğrudan doğruya bir kap içine sokulup kalıplama karışımıyla çevresi sarılarak, uygun bir kum içine de gömülebilir (blok kalıp işlemi). Döküm için hazırlanan kalıp kurutulurken, model eritilir. Kalıp balmumu dökümüyle üretilen parçaların yüzeyi çok düzgün olur ve yeniden işlenmesi gerekmez.

Kalıp döküm: Kalıcı kalıpların kullanıldığı kalıp

Yeni döküm yöntemlerinden biri de sürekli çelik dökümüdür. Düşey bir kalıp borusundan çıkan çelik şeritler, eğilir ve çeşitli uzunluklarda kesilir. (altta)





Savurma dökümü, içi boş silindir biçimli parçaların üretiminde kullanılan çağdaş bir yöntemdir. (üstte) Eritilmiş metal, hızla dönen kalıba dökülür. Savurma kuvveti, erimiş metali eşit olarak dağıtır ve katılaşıncaya kadar aynı yerde kalmasını sağlar.

döküm, iki biçimde yapılabilir. Erimiş metal ya doğrudan doğruya kalıba boşaltılır (buna kokil döküm de denir) ya da basınç altında kalıba dökülür (pres döküm). Alüminyum, çinko ve magnezyum alaşımlarından üretilen birçok parça, kalıp dökümle yapılır. Çok sayıda, küçük ve yalın parçaların dökümü söz konusu olduğunda, kokil döküm yöntemine başvurulur. Kum dökümüne benzeyen bu yöntem, karmaşık biçimlerin dökümü için uygun değildir. Çünkü bu durumda, çok sayıda metal maçanın takılıp çıkarılması gerekir. Buna karşılık, pres döküm, otomobil karbüratörleri ve dayanıklı tüketim mallarının parçaları gibi oldukça karmaşık ve ince parçaların dökümü için kullanılır.

Erime noktası: Döküm, doğal olarak, metalin erime noktasına bağlıdır. Kullanılan metalin erime noktası ne kadar yüksek olursa, yarattığı sorunların sayısı da o kadar artar. Sözgelimi, kurşun ve kalayın erime noktaları oldukça düşüktür: Sırasıyla 327 ve 232°C. Bu nedenle, yalın bir gaz ocağı üstünde eritilebilirler. Öte yandan, niyobyum ve tantal gibi ateşe dayanıklı metallerin erime noktaları 2 000°C'ın üstüne çıkar. Bu metalleri eritmek çok zor olduğu için, biçim verilecek parçalar, genellikle eritme gerektirmeyen TOZ METALÜRJİSİ yoluyla yapılır. Toz metal, bir kalıba dökülerek, yüksek sıcaklıkta (ama erime noktasının altında) sıkıştırılır. Böylece metal tozları birbirlerine bağlanır. Bazen ısıtma işlemi ayrıca yapılır. Bronzun erime noktası oldukça düşüktür (yaklaşık 950°C) ve dökümü ilk çağlardan beri yapılabilmektedir. Ne var ki, erime noktası 1 539°C olan demirin dökümü, ilkel insanların başaramıyacağı bir işlemdi.

DÖNDÜRME MOMENTİ BK. STATİK VE HİDROSTATİK, DİNAMİK

DÖNER PİSTONLU MOTOR BK. WANKEL MOTORU

DÖTERYUM VE DÖTERON BK. İZOTOP

DÖVME (METAL)

Metal parçalara, çekiç ya da presle biçim verme işlemine, «*dövme*» denir. Dövülecek metal, *plastik* nitelik kazanıncaya kadar ısıtılır. Plastik durumdaki metal, döverek biçimlendirmeye direnç göstermez. Eskiden, bir metal çubuğu ısıtıp bükerek, örs üstünde çekiçle döverek at nalı yapan nalbantın ocağına, «*demirci ocağı*» denmekteydi. Günümüzün fabrikalarında nalbantın ocağı, yerini daha verimli fırınlara bırakmış, çekicin yerini de, tonlarca basınç uygulayabilecek makinalar almıştır.

Metale biçim vermenin çeşitli yöntemleri vardır. Bunlardan biri olan dövme, bir özelliği nedeniyle ötekilerden üstündür. Dövme işlemi sırasında, metalin tane yapısı, üretilen nesnenin daha sağlam olmasını sağlayacak biçimde yeniden düzenlenir. Dişi açılmamış çarklar, bağlantı çubukları ve başka dövme parçalar bu yüzden, doğrudan soğuk metalden kesilerek yapılanlara oranla daha dayanıklıdır.

Dövülecek parçanın türüne göre, birkaç değişik dövme yöntemi uygulanır: *Şahmerdanla dövme (çekiçle* ve *kalıpla* diye iki türe ayrılır); *presle dövme; haddeleme; kütleştirme.*

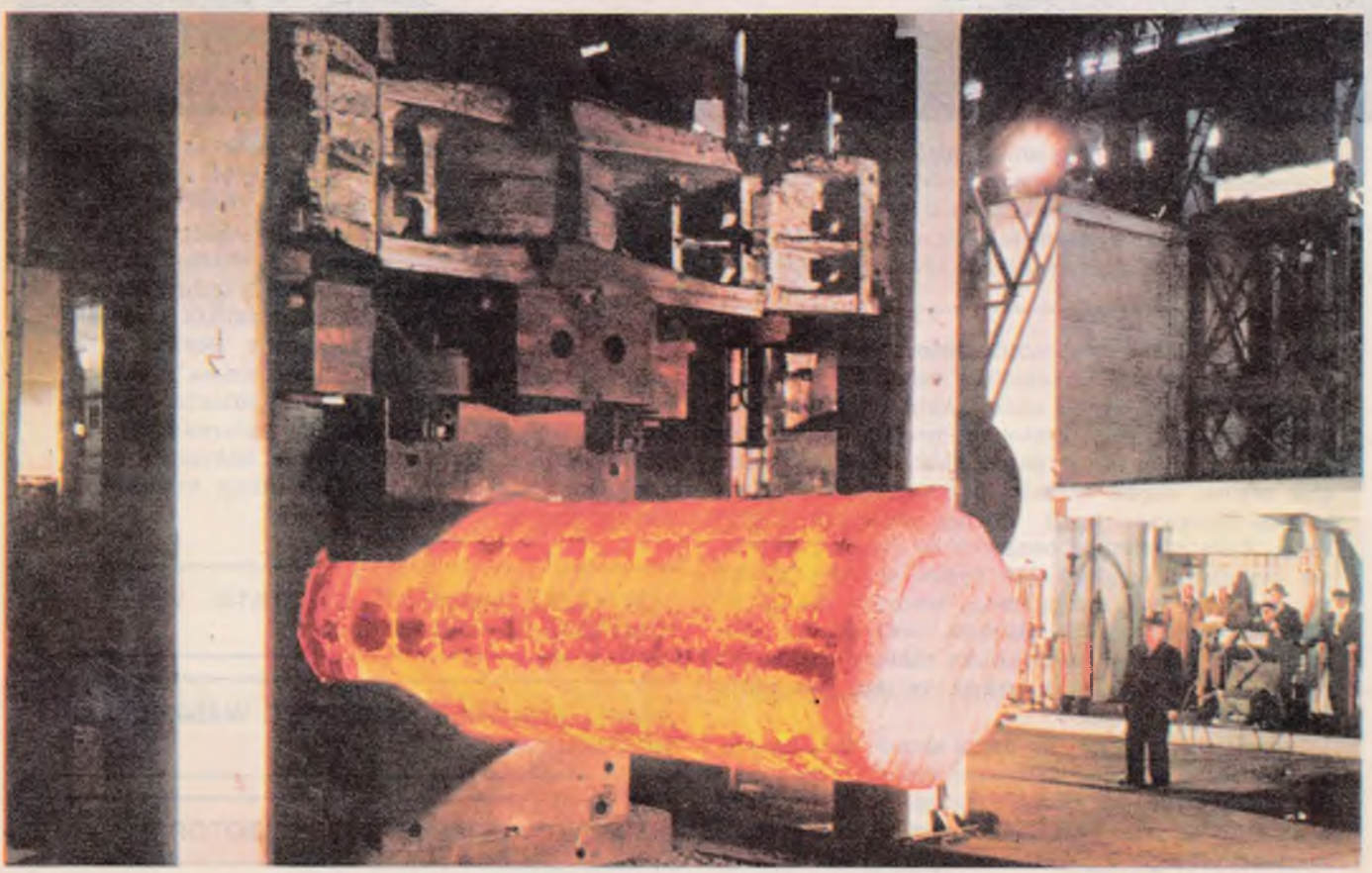
Şahmerdanla dövme: Çekiçle dövme, nalbantın yöntemine benzer. Daha çok, düz, yalın biçimlere uygulanan bu yöntemden sonra, parçanın çoğunlukla son bir rötuştan geçirilmesi gerekir. Yalnızca düz kalıplar kullanılır. Üstüne dövülecek parçanın yerleştirildiği alt bölüme «*örs*» adı verilir. Çekiç (ya da vurma kafası), düşey kızakların arasında, buhar, hava ya da mekanik güçlerle kaldırılıp, indirilir. Hava ya da buhar basınçlı mekanizma, düşüşün hızını denetleyecek bir hava yastığı işlevi görecek biçimde düzenlenebilir. Vurma kafalarının ağırlığı, 90 kg-50 ton arasındadır.

Büyük dövme tezgâhlarının güçlü temelleri vardır. Bazen temel, tezgâhın öteki bölümlerinden bağımsızdır. Tabanda açılan bir boşluğa yapılan temel için, bazen toprak, kayalık bir zemin bulununcaya kadar kazılır. Küçük tezgâhlardaysa, yaylar kullanılarak, vuruşun esnek olması sağlanır.

Kalıpla dövme, çekiçle dövmeye benzer. Ancak, bu yöntemde, metale verilecek biçim, kızgın *kütüğe* kalıpla vurularak verilir. Bu nedenle, mekanizmanın daha hassas olması gerekir. Sözgelimi, kalıplar yıprandıkça, alt ve üst parçalarının çakışabilmeleri için, mekanizma kendini ayarlamak zorundadır.

Kalıplar, kare biçiminde kesilmiş çelik alaşımı bloklardır. Üretilecek parçanın biçimi, kalıbın yüzüne büyük bir dikkatle oyulur. Sonra, sertliği ve da-

Bir presle dövme işlemi. (altta) Hidrolik presin uyguladığı basınç, bir santimetre kareye 4 tonu aşar. Bu basıncın yaklaşık tümü, dövülen parçaya uygulanmakta, şahmerdanda olduğu gibi bir bölümü makina tarafından soğurulmamaktadır.



yanıklılığı artırmak için kalıplar, ısıl işleme sokulur. Isıl işlemi, taşlama ve parlatma izler. Tek bir kalıp üstünde, bir parçaya işlenecek birçok alan bulunabilir: Kırık ya da yeni parçalar için *kenar kesici;* biçim vermek için *bloklayıcı; son biçimlendirici.* Son biçimlendiriciye ayrıca, çapakları alması için bir oluk eklenir. Çapaklar metal sıcakken alınabileceği gibi, soğuduktan sonra da temizlenebilir. Kalıpta ayrıca, parçanın kızgın haldeyken maşayla tutulabilmesini sağlayan oyuklar bulunur.

Şahmerdanla, ağırlığı birkaç gram ile birkaç ton arasında değişen çeşitli parçalara biçim verilebilir. Dövme parçaların en yaygınlarından biri, *içten yanmalı motorların* piston koludur. Bu parça, motorun çalışması sırasında çok büyük yük taşır. Bu yüzden, piston kolunu oluşturan metale, ısıtıp dövme yöntemiyle, bu yükü çekebilecek dayanıklılık kazandırılır.

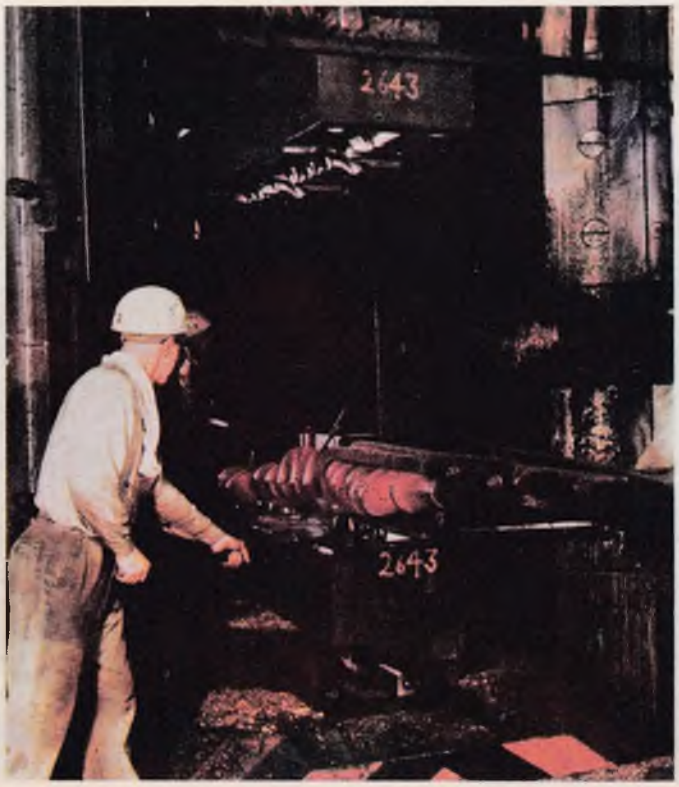
Dövme tezgâhları, düğmelerle ya da bir ayak pedalıyla işletilir. *Demirci ustası,* vuruş kuvvetini ve sayısını, kalıpları en az yıpratacak biçimde hesaplamak zorundadır. İyi bir dövme işlemi için, parçanın boyutlarının ve biçiminin uygun olmasına dikkat edilmeli ve parçanın doğru mekanik nitelikleri (plastiklik) kazanıncaya kadar ısıtılması (çelik alaşımları için 920°C'ın üstü) sağlanmalıdır. Seri üretimde dövme makinaları, küçük parçalar için dakikada 300 vuruş yapabilir. Şahmerdanda vuruş basıncı, 4 x 10^6 N/m² ile 4 x 10^8 N/m² arasında değişebilir.

Presle dövme: Presle dövme, hidrolik bir presle yapılan yavaş bir sıkıştırma işlemidir. Hidrolik preste, verilen kuvvetin aşağı yukarı tümü, işe uygulanır. Makina ya da temeller kuvvet soğurmaz. Presle dövmede, 250 tona varan kütükler üstünde 4 x 10^8 N/m² kadar basınç uygulanabilir. 50 ton ağırlığında krank milleri ve 406 mm'lik deniz topları, bu yöntemle dövmeye örnek verilebilir.

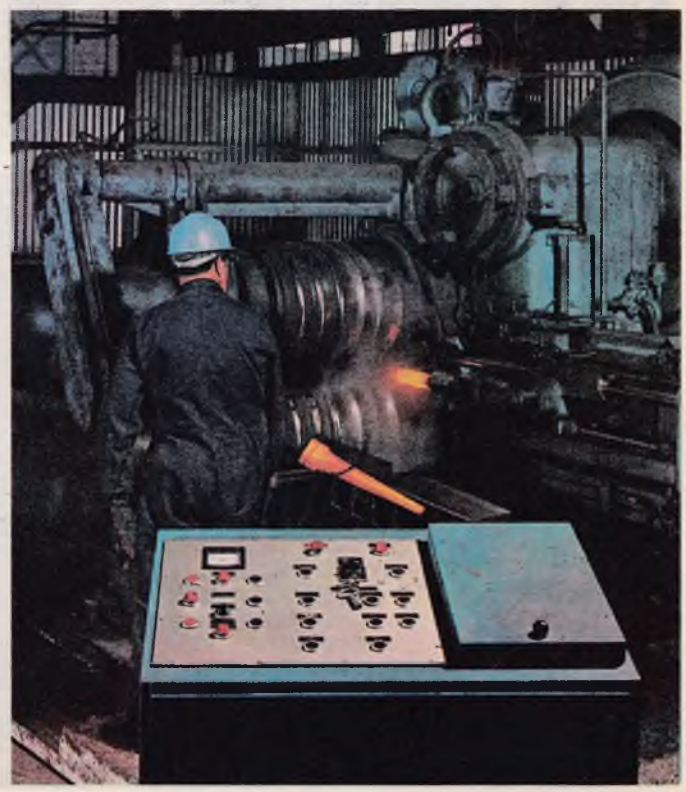
Kütleştirme: Kütleştirme yöntemiyle, iri saplamalar ve büyük başlı cıvatalar gibi parçalar üretilir. Kütleştirme işlemi, bunların başına uygulanır. İki *tutucu* kalıp arasına bir çubuk sıkıştırılır. Kesitleri yarım daire biçiminde olan bu kalıpların bir yanında, istenen parçanın kütleştirilecek bölümü çapında bir açıklık vardır. Vurma kafası, kalıbın bu ucundan girer ve çubuğun ucuna vurarak, genişçe olan kalıba yayılmasını sağlar. Bu işlem otomatikleşmeye çok elverişlidir. Parça belirli bir boyda kesilir ve dövülerek başı kütleştirilir.

Haddeleme: Kesitleri daraltılmış düz ya da koni biçimi parçalar, bu yöntemle dövülür. Isıtılmış metalin merdaneler arasına sürülmesiyle, istenilen

Dövülmüş bir krank milinin kalıptan çıkarılışı. (altta solda) Resimde, kalıbın içi görülebilmektedir. Biçimi kalıptan çıkartılmaya elverişli olan her tür parça, kalıpla dövülebilir.



Bir haddeleme işlemi. (altta sağda) Resimde, yeni haddelenmiş koni biçimli bir parça görülmektedir. Merdaneler, üstlerine parçaya verilecek biçimin oyulduğu makaralar biçimindedir.



biçim elde edilir. Cıvatalar, keskiler bu yöntemle yapılır.

Dövmedeki gelişmeler: En yaygın dövme türü çeliktir. Her tür metal bu yöntemle biçimlendirilebilir. Yeni hafif alaşımları dövme, çok başarılı sonuçlar vermiştir. Belirli uygulamalar için soğuk dövme (yani gene yüksek sıcaklıkla, ama plastiklik sınırının altında işleme) araştırmaları sürmektedir.

Yalnızca üstü değil, hem alt hem üst kalıbı hareket eden makinalar da yapılmıştır. «Karşılıklı dövme» adı verilen bu işlemde, parçaya, hızı yarıya inen kalıplarla iki kat basınç uygulanır. Karşılıklı dövmede, temeller daha az kuvvet soğurduğundan, daha hassas parçalar elde edilir.

Dövme, metal işlemede gerek parçaya dayanıklılık kazandırma, gerekse biçim verme açısından önemini sürdürecektir.

DRAGSTER

Dragster, bir tür yarış otomobilidir. Yarış pistinde, ya başka otomobillerle ya da saate karşı yarıştırılır. Bir ivme deneyi sayılabilen dragster yarışları, 400 m'lik yarış pistlerinde yapılır.

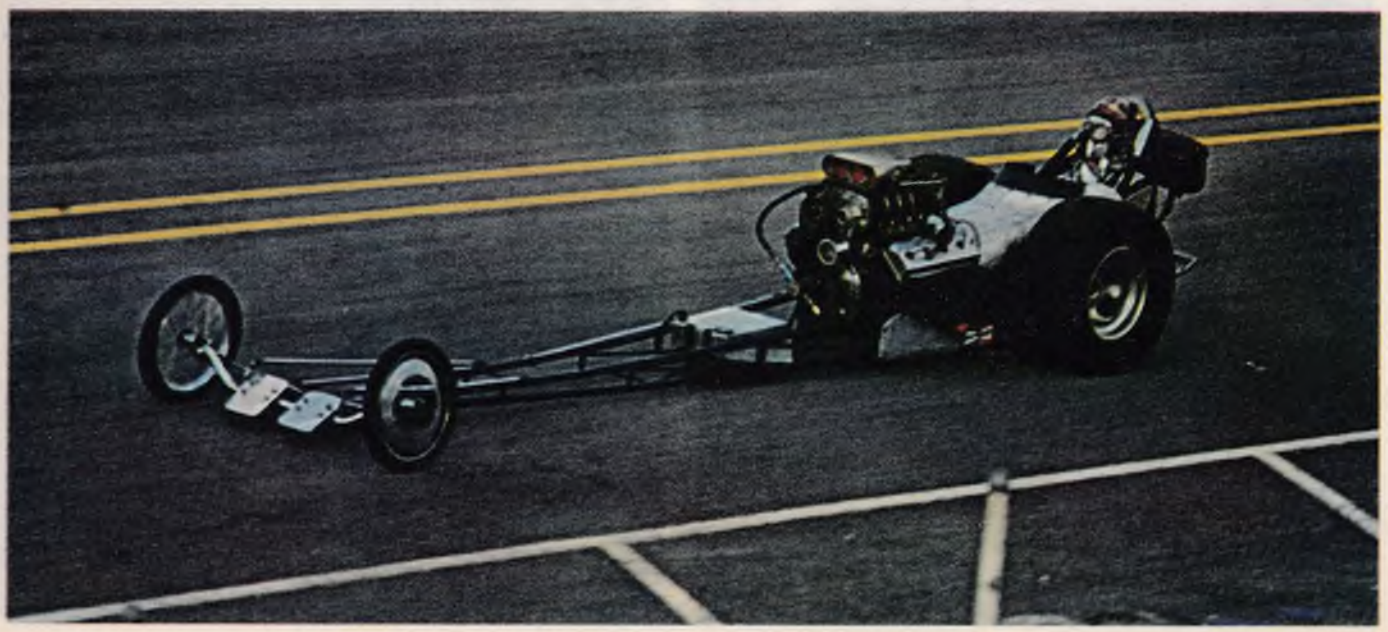
Çeşitli modellerden uyarlanmış otomobillerle yapılan yarışların, A.B.D'nde 1919-1933 yıllarında ortaya çıktığı söylenmektedir. O yıllarda, içki kaçakçıları, güvenlik güçlerine yakalanmamak için otomobillerinin motorlarında değişiklikler yapmışlardı. İkinci Dünya savaşından sonra, bu biçimde uyarlanmış otolarla yapılan yarışlar geniş bir seyirci kitlesi topladı. Sıfır hızla yarışa başlayan bir dragster, 400 m'yi 6,5 saniyelik bir süre içinde alır. Saatte 320 km hıza kadar çıkan bu araç, ancak paraşüt yardımıyla durabilir.

Motor: Silindir hacimlerinin yüksek olması nedeniyle, A.B.D. yapısı V-8 motorları dragsterler için en uygun tiptir (Bk. İÇTEN YANMALI MOTORLAR). Normal otomobillerde motorlar, dayanıklılık ve en az yakıt tüketimi gibi etkenler göz önüne alınarak yapılır. Dragster yarışçısı için bu etkenlerin bir önemi yoktur. Bu yüzden, motorlar tümüyle sökülüp ve dikkatle dengelenip parlatılarak yeniden takılır. Amaç, motoru olabildiğince hafifletmek ve daha kısa bir sürede daha yüksek çevrim sayısına ulaşmaktır. Motor ceketindeki su, 400 metrelik bir yolda yeterli olacağı için radyatör, hortum ve devri daim pompalarından oluşan soğutma sistemi çıkarılır.

Devri daim pompasının çıkarılmasının bir başka yararı da, gücünü bir kayış aracılığıyla krank milinden alan bu parçanın çektiği güçten kurtulmaktır . Böylece uyarlanan motora, bir SÜPERŞARJÖR ile YAKIT PÜSKÜRTME sistemi eklenir. Yakıt ola-

Yarış öncesinde, bir dragsterin son kez gözden geçirilmesi.(solda) Manifold boruları özel olarak ayarlanarak, motorun en fazla gücü üretmesi sağlanır.

Yarış alanında bir «sapan dragster». (altta) Otomobil yarışları 1895 yıllarında iyice yaygınlaşmış bir spordu. Dragster yarışı bunun özel bir türü, bir ivme deneyidir.



rak, oldukça yanıcı bir madde olan nitro metanol karışımı kullanılır. Egzoz sistemi, yeterli miktarda bir geri tepmeyi sağlamak için manifolddaki çapa uygun oranda ayarlanmış borulardan oluşur. Susturucu takılmaz. Bu nedenle, yarış alanları çok gürültülüdür.

Şasi: Dragsterin bir türünde, üstünde bazı değişiklikler yapılmış bir motor, normal bir otomobil gövdesine takılır. Ancak, gerçek dragster, normal otomobillerden bütünüyle değişik bir yapıdadır. Kaynaklı çelik borulardan yapılan bir iskelet üstüne bir alüminyum kaporta takılır ve sürücüye, zorlukla sığabileceği kadar küçük bir yer bırakılır. İvme gücü çok yüksek olan dragsterin önü, havaya kalkmasını önlemek için uzatılır (10 m kadar) ve aerodinamik ölçüleri, aracı yerde tutacak biçimde tutulur. «Sapan dragster» adı verilen türde, gövde, arka aksın gerisine uzanır. Sürücü de, tıpkı bir sapan taşı gibi buraya oturtulur.

Arka aksın boyu, ivmenin yarattığı burulma momentiyle kırılmaması için, kısa tutulmuştur. Jantlar hafif, ama güçlü magnezyum alaşımından yapılmıştır. Yüksek çekiş gücü elde etmek için, tırtıksız balon lastikler kullanılmaktadır (yarış pisti kuru ve temiz olmalıdır). Bu tür lastik, ivme altında biçim değiştirse de patlamaz. Bazen yarıştan önce lastiklere çamaşır suyu dökülerek lastiklerin daha kavrayıcı olması sağlanır.

Önceleri amatörce bir uğraş olan dragster yarışları, maliyetin artması nedeniyle, günümüzde garaj sahipleri, otomobil parçaları satıcıları ve benzeri kuruluşlarca desteklenerek yaşatılmaktadır.

DRENAJ

Drenaj, toprak üstündeki ve toprak altındaki birikmiş suların ya da lağımların akıtılmasıdır. Başlıca drenaj türleri, arazi drenajı ve kent drenajı ya da kanalizasyon sistemidir.

Doğal durumunda yerküre, drenajını kendiliğinden düzenler. Bitki örtüsü, yağmurun ilk etkisini azaltarak, yüzeydeki toprağı korur. Sonra toprağın hümüsü (çürümüş organik maddeler), suyu emerek süzülmesine yardımcı olur. Fazla su, küçük dereler halinde birleşip ırmakları oluşturarak, denize doğru akar.

Toprağın doğal drenajını etkileyen tek etmen *geçirgenlik*tir (toprağın geçirgenliği, suyun toprak içinden geçebilme hızıdır). Geçirgenlik oranı, toprak türleri arasında büyük değişiklik gösterir. Sözgelimi, çakıllı topraklar, killi topraklardan 50 000 kat daha geçirgendir. Yüksek araziler, genellikle alçaklardan daha dik eğilimli ve daha geçirgen topraklıdır. Bu yüzden yüksek arazilerin doğal drenajı, daha iyidir. Ne var ki insanların toprağı işlemesi, doğal drenajı bozmaktadır. Toprağın yarısı katı parçacıklardan, yarısı da hava ve sudan oluşur. Drenaj

1845 yılında Londra'daki bir caddede, lağımın derinleştirilmesi. (sağda)

Eskiçağ'larda Asya'nın en büyük kanalizasyonu, İ.Ö. 2 000 yılında, İndus vadisindeki Mohenjo-Daro'da yapılan şebekeydi. (altta)

olmadığı zaman, boşluklar suyla dolar. Su dolu tabakanın üst sınırına *tabansuyu düzeyi* denir. İyi bir arazide, tabansuyu düzeyi, toprak yüzeyinin yaklaşık 2 m altındadır.

Drenajın temel amaçları, TOPRAK KAZANMA, TOPRAK AŞINMASI DENETİMİ, TAŞKIN ÖNLEME ve çamurun önlenmesidir. Bunların gerçekleştirilmesi için, tabansuyu düzeyinin alçaltılması, yani toprak ve toprakaltındaki suyun, birikme hızından daha büyük bir hızla boşaltılması gerekir.

Çinlilerin, İ.Ö. 2 300 yıllarında, drenaj sistemleri geliştirdiğine ilişkin bulgular vardır. O zamandan bu yana birbirinden bağımsız, çeşitli yerel drenaj çalışmaları yapıldı. Zamanla, büyük alanlardaki suyun denetim altına alınmasına geçildi. Havza denilen bu alanlarda biriken bütün su, birikinti, göl ya da akarsu sistemlerine akmaktadır.

Arazi drenajı: Başlıca dört drenaj yöntemi vardır: Açık kanallar; yeraltı boruları; «köstebek» drenajı; pompalama. Açık kanallarda ve hendeklerde, su, yerçekimiyle akıtılır. Kanalların boyutları değişiktir. Küçük hendekler halinde, alan kenarlarına elle ya da hidrolik ekskavatörlerle kazılan küçük kanallar olduğu gibi, 4-5 m ya da daha derin, motorlu ekskavatörlerle kazılan hendekler de vardır. Kanallar bir akarsu, göl ya da havza sistemine bağlanır.

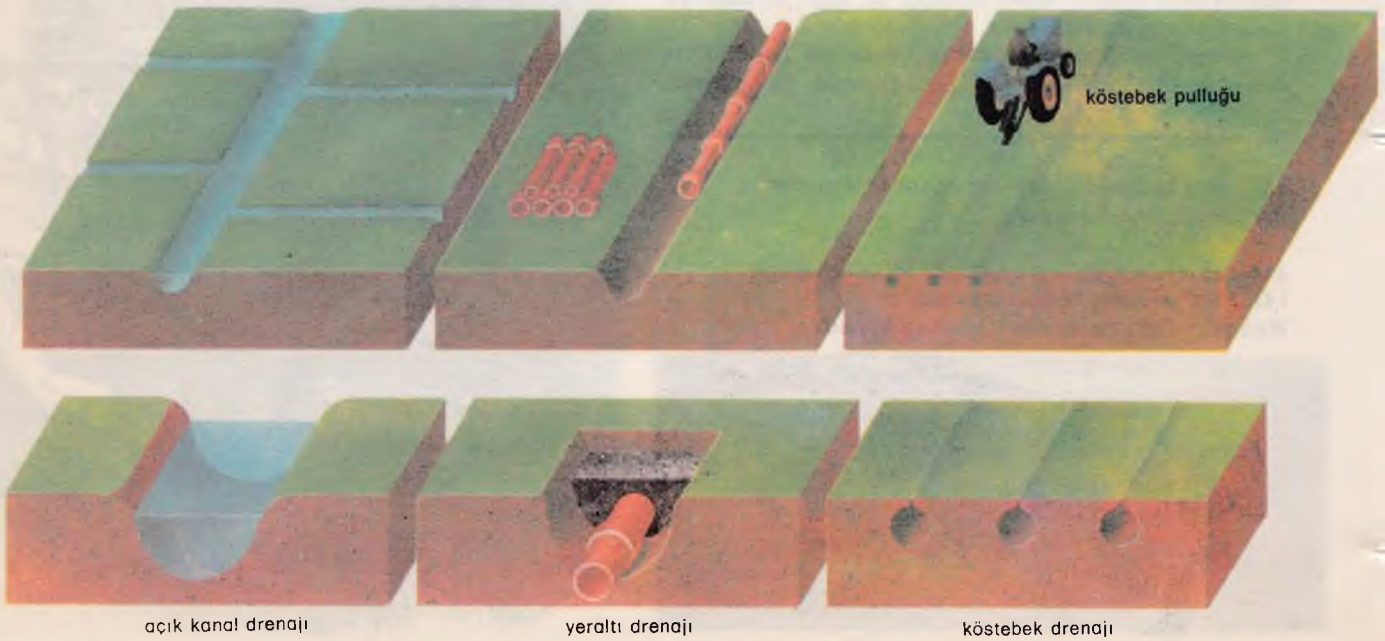
Yeraltı boruları, ilk kez XVIII. yüzyılda İngiltere'de kullanılan «kapalı kiremitler»den esinlenilerek geliştirilmiştir. Bunlar, düz kiremitler üstüne kapatılan, ters dönmüş 'U' harfi biçiminde kıvrılarak pişirilmiş kiremitlerden yapılmaktaydı.

XIX. yüzyılın ortalarına doğru, makinayla üretilen silindir biçimli borular, daha sonra da beton borular kullanılmaya başlandı. 60 cm uzunluğundaki borularda, toprağın çökmesi durumunda esneklik sağlayan muflar (borunun bir ucu daha geniştir, ötekinin dar ucu, buraya girer) vardır. Borular 60 cm genişliğinde, 1-2 m derinliğindeki geçici hendeklere yerleştirilir. Hendekler, genellikle motorlu ya da traktörle çekilen bir kanal makinasıyla açılır. Sonra, boruların üstüne, çakıl ya da geçirgen bir dolgu toprağı örtülür. Onun da üstüne, daha önce kazılan toprak yerleştirilir. Su, eklem yerlerinden boruların içine akar. İnce taneli çakıl tabakası, çamurun borulara girip su yolunu tıkamasını önler. Borular, çoğunlukla birbirine paralel dizilir. Paralel borulara ana drenaj denir. Ana drenajlar, çapraz kanallarla birbirine bağlanır. Borular arasındaki uzaklık, toprağın geçirgenliğine göre ayarlanır. Ana kanallar eğimli olarak döşenir ve bir akarsu ya da havza sistemine açılır.

Son yıllarda, büyük sargılar halinde taşınabilen ve bir kazıcı makinayla döşenebilen plastik borular kullanılmaya başlanmıştır.

Köstebek drenajında, toprağın altındaki drenaj kanalları, hiç bir döşeme işlemi yapılmadan oluşturulur. Bu sistemde, taşsız bir kil tabakası ve düz bir eğim gereklidir. Toprak yüzeyine, bir köstebek pulluğuyla 60 cm derinlikte, 15 cm çaplı, 3-5 m aralıklı, kanallar açılır. 1800'lerde geliştirilen köstebek pulluğunun,yere paralel, mermi biçimli bir alt parçası olan düşey bir bıçağı vardır. Köstebek kanalı, içinde kazma ve gömme işlemlerine gerek göstermeden beton

Arazi drenajı. (altta) İlk drenaj sistemlerinden bazılarında, açık kanallardan ve tarlalarda ağ gibi yayılan hendeklerden yararlanılıyordu. Kil kiremitler ya da birbirine eklenen silindir biçimli borular, toprakaltı drenajında kullanılır. Su, eklenti yerlerindeki çakıllardan süzülerek, boruların içine girer ve oradan akar.



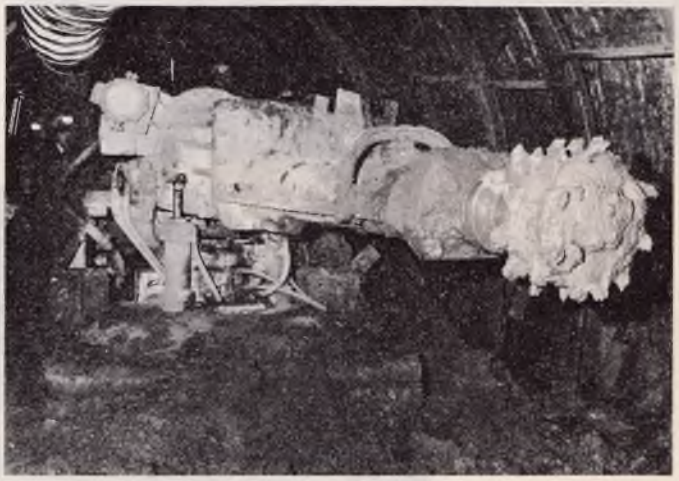
borular yapabilen günümüzün makinasının öncüsü sayılır. Artık köstebek kanalları, boru sistemleriyle birlikte kullanılmaktadır. Boruların arasındaki kanallar, suyu, boruların üstündeki geçirgen tabakaya iletirler.

Su düzeyinin çok alçak (kimi zaman deniz düzeyinden de alçak) olduğu ve yerçekimiyle drenaj olanağı bulunmayan yerlerde, taban suyu düzeyinin altından su pompalanır. En yaygın düzenleme, bir pompalama istasyonunun, alçak bir arazideki suyu ırmak aracılığıyla denize akıtmasıdır.

Kentlerde drenaj (kanalizasyon): Kentlerde, hem lağım sularının, hem de çatı ve yollar gibi geçirgen olmayan alanlarda biriken suların akıtılması için drenaj gereklidir.

Kanalizasyonda, üç temel yöntem vardır: Bileşik sistem; ayrı sistem; yarı ayrı sistem. Bileşik sistemde, caddelerin altına açılan tek kanalizasyon, bütün lağım sularını, lağım suyu işleme birimlerine akıtır (Bk. LAĞIM SULARININ TEMİZLENMESİ). Ana kanalizasyonun, bütün suları, pislikleri ve sel sularını akıtabilecek ölçüde büyük yapılması oldukça pahalıdır. Üstelik, lağım sularını işleme birimlerinin aşırı yüklenmesine yolaçar. Bu nedenle, ana kanalizasyondaki su düzeyi fazla yükseldiğinde, suyun doğrudan ırmaklara ya da denize akıtılması daha uygundur. Bu gibi durumlarda, lağım sularının yağmur suyuna oranı çok düşük olduğundan, önemli bir çevre kirlenmesi sorunu ortaya çıkmaz. Üstelik bol miktarda yağmur suyu, sistemi temizler. Söz konusu sistem, çok yalın ve ucuzdur. Lağım sularının çok fazla olmadığı kırsal yörelerde ve pissuların gelgitle denize sürüklendiği kıyı kentlerinde kullanılır.

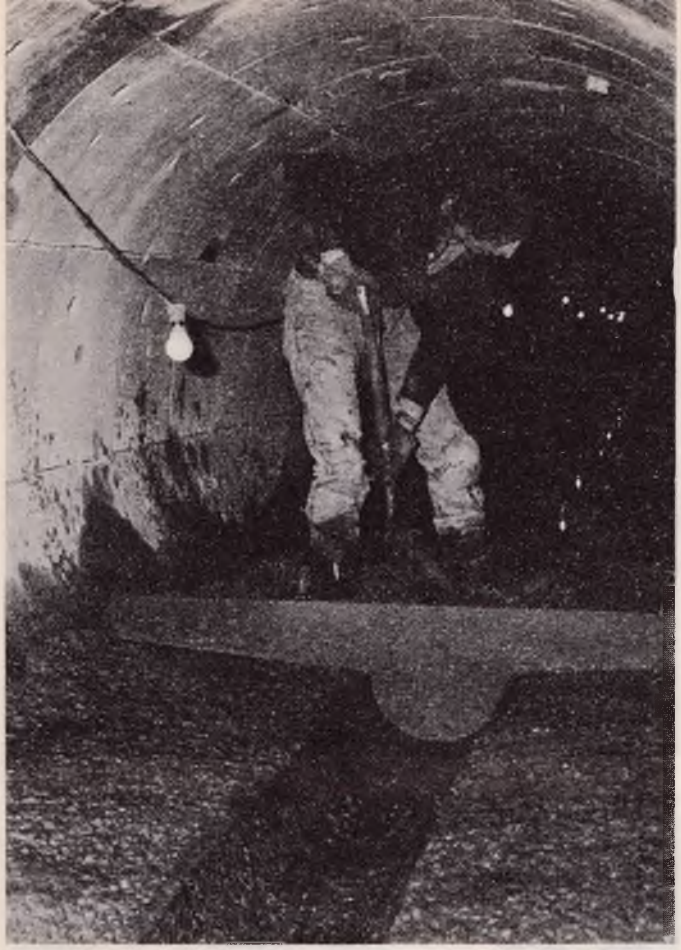
Bir başka drenaj yöntemi de, lağım sularının ve sıvı haldeki endüstri artıklarının bir ana kanalla lağım işleme birimlerine, yağmur sularının da bir başka kanalla ırmak, göl ya da denizlere akıtıldığı 'ayrı sistem'dir. Zamanla bu yöntem yerini, büyük ölçüde



Plastik boru döşeyen bir kanal kazma makinası. (sağda üstte) Bu makina ayrıca, eklentisiz kil boruları döşemede de kullanılabilir. Borular, makinanın ardından, çukura elle yerleştirilir.

Sel suları için tünel kazan bir makina. (sağda ortada) Döner kafa,tüneli kazdıktan sonra çıkan toprak, bir burgulu taşıyıcıyla toplanıp makinanın arkasına alınır. Makina, paletli tekerlekler üstünde hareket eder

Çift taraflı bir sel suları tüneli. (sağda altta) Avon ırmağının (İngiltere) güneyindeki alçak kentleri, sel baskınından koruma amacıyla yapılmıştır.

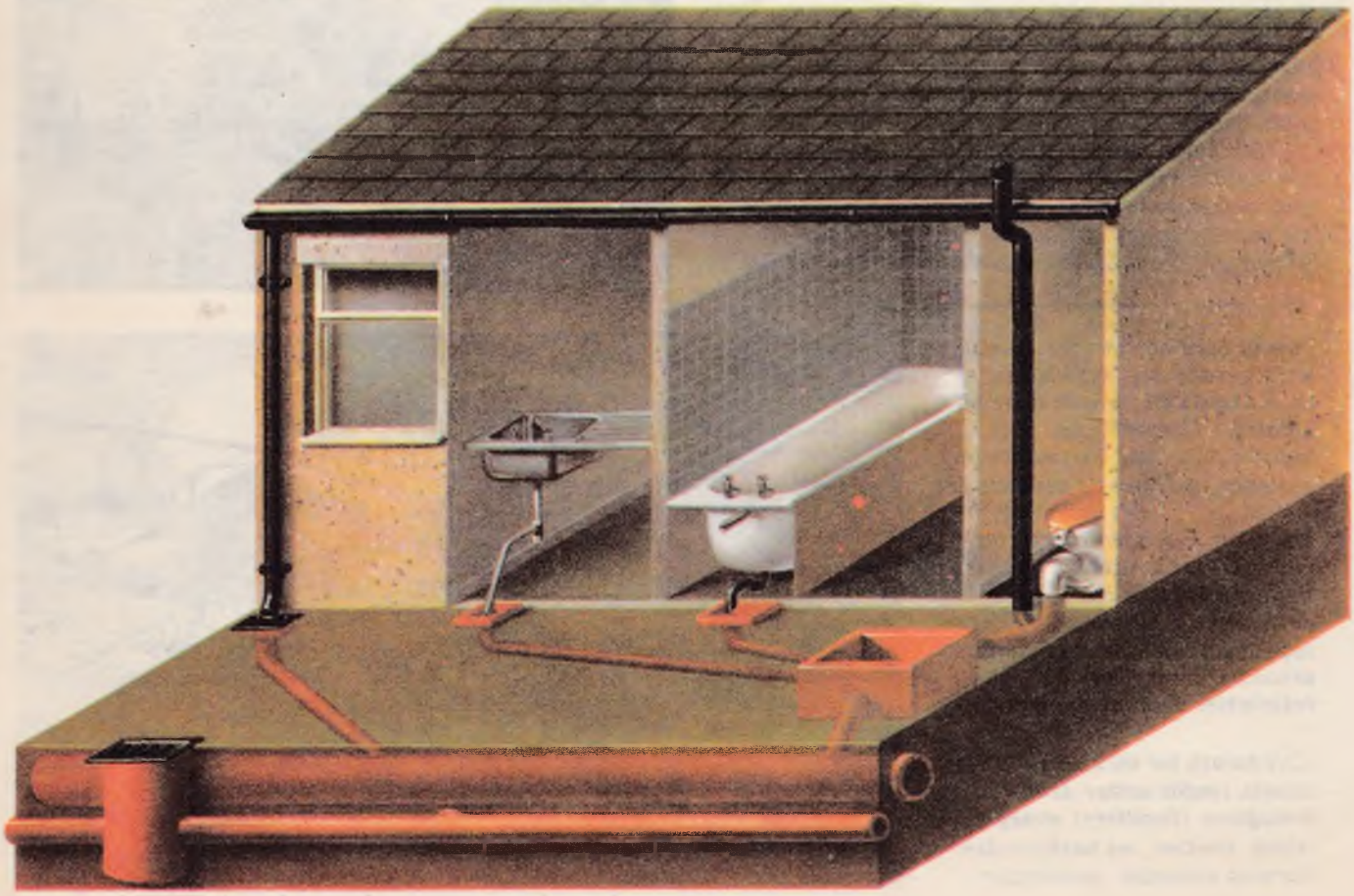


«yarı ayrı sisteme» bırakmıştır. Yarı ayrı sistemde ana kanal, yapılardan gelen «pissular» ile çatılardan akan suyu, bir başka kanal da yollardaki yüzey sularını akıtır. Hangi sistem kullanılırsa kullanılsın, çatılardan akan su, aynı yöntemle toplanır. Yağmur suyu, çatının eğimi nedeniyle çevredeki oluğa akar ve düşey oluklardan drenaj sistemine iner. Yollar, suyu yanlara akıtacak biçimde kambur yapılır. Yanlarda biriken su, ızgaralardan drenaj sistemine akar. Kırsal bölgelerdeki yollarda, yüzey suları çoğunlukla açık yol kenarı hendeklerine ya da suyun kolay süzülebilmesi için, içine çakıl doldurulmuş hendeklere dolar. Toprak setler ardındaki su birikintileri de, çoğunlukla bu tür hendeklerle boşaltılır.

Kanalizasyon borularının çapı, debiye bağlı olarak

Bir drenaj tüneli tabanının betonlanması. (solda) Tünel boyunca uzanan küçük kanal, normal akmaları karşılar. Ama sel suları bazen bütün tüneli suyla doldurabilir.

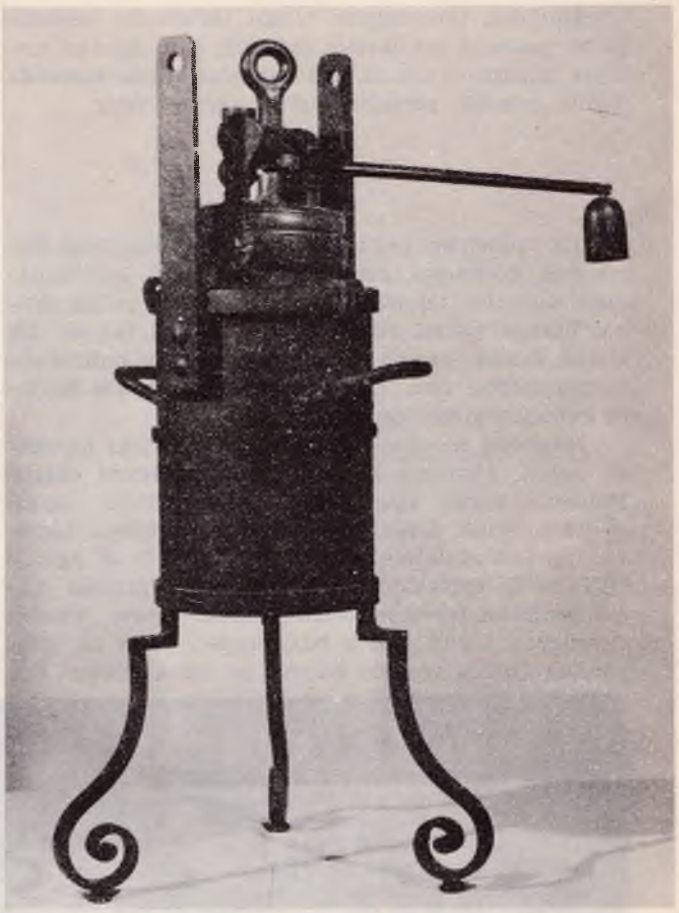
Konut drenajı. (altta) Pissular ve yüzey suları, ayrı ayrı toplanmaktadır. Evin bütün pissuları, ana boruların birinden akarak lağım suyu işleme birimlerine gider. Bir başka boru sistemi de, yağmur ve yüzey sularını akıtır.



10 cm- birkaç metre arasında değişir. Küçük kanallarda, genellikle pik borular ya da büzler, daha büyüklerinde de beton künkler kullanılır. Arazi drenajında kullanılan kazma yöntemleri, burada da geçerlidir, ama toprağın oturmasıyla zedelenmemesi için, beton dayanaklar gereklidir. Ayrıca, boru eklentileri, çimento ve katranlı maddelerle su geçirmeyecek biçimde kapatılır. Özellikle büyük ve derin kanal ya da lağımların yapımı söz konusu olduğunda, tünel kazma yöntemlerinden yararlanılır. Suyun kolayca akması için, kanallara eğim verilir. Ayrıca, gerekli bakımın yapılabilmesi için delikler açılır.

DÜDÜKLÜ TENCERE

Düdüklü tencere, kapağı hava geçirmeyecek biçimde sımsıkı kapanan bir kaptır. Böylece, normal kapta yemek pişerken dışarı kaçan buhar, tencerenin içinde kalır. Buna benzer bir kap, 1681 yılında Fransız fizikçisi Denis PAPİN tarafından yapılmış ve Papin, bu buharlı tencere konusunda bir açıklama yayınlamıştı. Krallık Akademisi'ne sunduğu bir gösteride de, tenceresinin, kemikleri bile yenebilir bir pelte haline getirdiğini göstermişti. Günümüzde, Papin tenceresiyle açıklanan ilkeye dayanılarak, yemek pişirmek için kullanılan tencerelerin yanı sıra, KAĞIT hamuru hazırlamada yararlanılan geliştirilmiş buharlı kazanlar, tıbbi gereçlerin mikroptan arındırılmasında da kullanılan OTOKLAV'lar ve konserve endüstrisinde yararlanılan paslanmaz çelik kazanlar geliştirilmiştir.



Papin'in yaptığı buharlı tencere. (üstte)

Günümüzde evlerde kullanılan düdüklü tencere. ***(solda)***

Düdüklü tencere, özellikle deniz düzeyinden yüksek bölgelerde çok işe yarar. Bu bölgelerde, hava basıncının düşük olması nedeniyle, sıvıların kaynama derecesi de düşer; dolayısıyle pişirme işlemini hızlandırmak için, daha yüksek bir sıcaklığa gerek duyulur. Deniz düzeyinde 15 psi (100 kN/m²'den biraz çok) bir basınç, pişirme ısısı verecektir; genel olarak ısı, deniz düzeyinde suyun kaynama derecesinin (100°C) üstüne çıkamaz.

Daha yüksek pişirme ısıları, pişirme işlemini hızlandırarak, zaman kazandırır. Kağıt hamuru yapımında, kazan içindeki 517 ile 758 kN/m² arasında değişen basınç, odun parçalarının, lifler gevşeyip açığa çıkıncaya ve kâğıt yapımında kullanılacak niteliğe gelinceye kadar pişirilebilmesini sağlar. Otoklav içinde de daha yüksek ısı, mikroptan arındırma işleminin daha güvenilir olması demektir. Bakterilerin öldürülmesi, konservecilik işleminde de son derece büyük önem taşır ve botülizm'in (bozuk et konserveleri yeme sonucu ortaya çıkan zehirlenme) önlenmesi için, buharla pişirme yöntemleri bu endüstride çok yararlı olabilir.

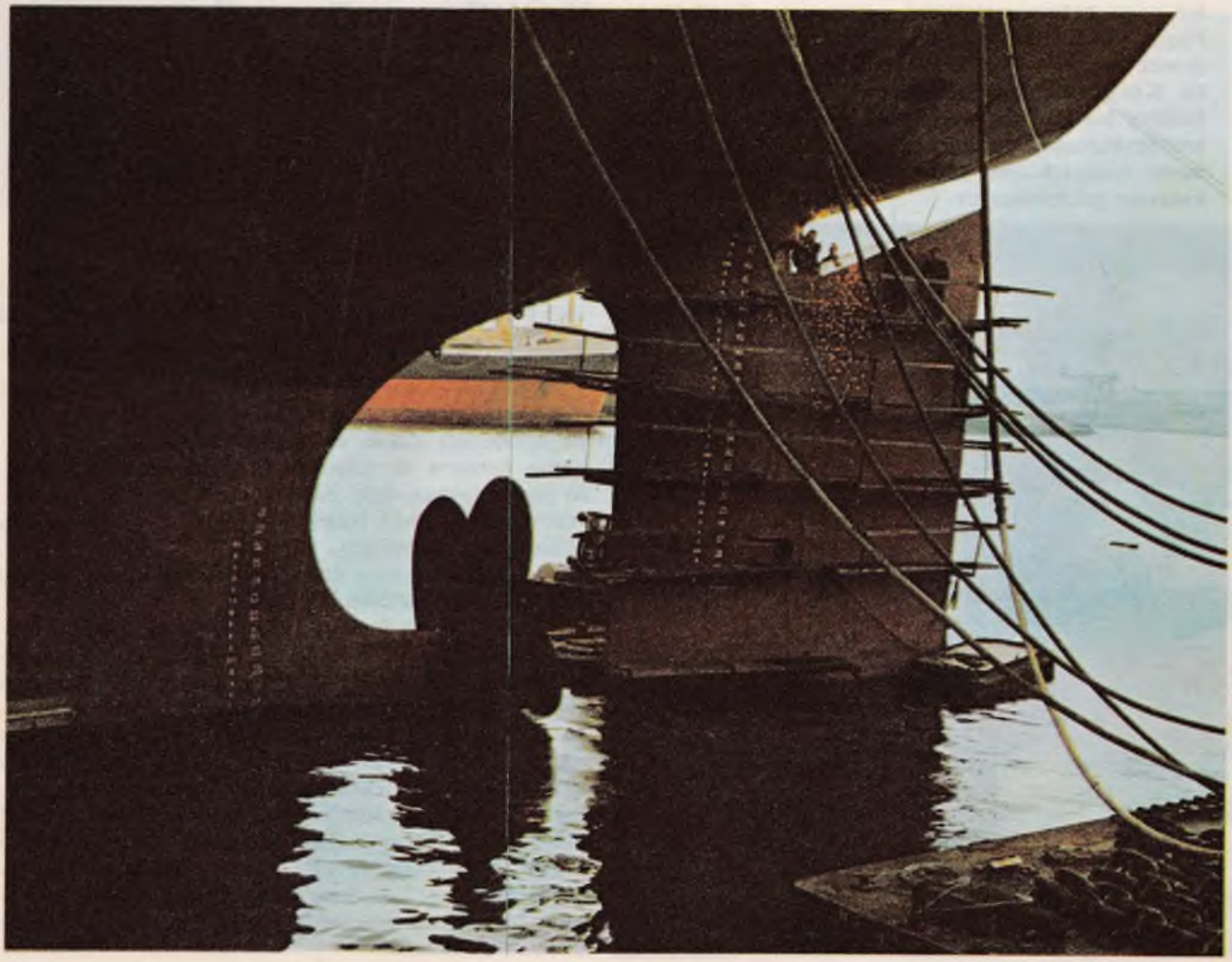
Düdüklü tencerelerin bütün türlerinde, herhangi bir patlama tehlikesini önlemek için, kapağa emniyet supapları takılır. Bu supaplar, aynı zamanda düdük çalarak, yemeğin piştiğini haber verir.

DÜMEN

İlk dümenler, geminin kıçını yana döndüren kürekerdi. Sonradan, gemiyi yönlendirmek için kullanılan kürekler, teknenin yanına bağlandı ve üst ucuna, dümen yekesi görevi yapan bir kol takıldı. İlk kıçtan takma, kazıklı dümenin ne zaman bulunduğu bilinmemekte, ama İ.S. XII. yüzyılda yaygın biçimde kullanıldığı sanılmaktadır.

Dümenin hareketi: Geminin su içindeki hareketi, suyun, dümenin yanlarından geçmesini sağlar. Dümenin, suyun akış yönü ile oluşturduğu açıya, «*hücum açısı*» denir. Yönlendirme hareketi, dümenin iki hidrodinamik yüzeyi (Bk. HİDRO ve AERODİNAMİK) üstündeki suyun basıncına bağlıdır. Gidiş yönünün tersinde kalan yüzdeki basınç, dümeni çevreleyen suyun *statik basıncı*ndan daha az, gidiş yönüne bakan yüzdeki basınç ise daha çoktur. Bunun sonucu olarak, basıncın az olduğu yüzden, dışarı doğru bir itme kuvveti oluşur. İtme kuvvetinin, akış yönüne dik olarak etkiyen *kaldırma kuvvetinden* ve akış yönünün tersine doğru etkiyen *direnç kuvvetinden* oluştuğu düşünülebilir. Değişik hücum açılarına göre bu kaldırma ve direnç kuvvetlerindeki değişmeler, dümenin tasarımında çok önemlidir; çünkü geminin dönmesi, kaldırma kuvvetine bağlıdır. «*Kritik açı*» denilen belli bir hücum açısında dümen çalışmaz. Girdaplı bir akım oluşur ve dümen kuvveti birden azalır. Girdap, düzgün akış doğrultusunun dümenin arkasında bozulması sonucu oluşur. Ticaret gemilerinde dümenin, sancak ya da iskele tarafına, en çok merkezle 35°'lik bir açı yapacak biçimde çalışması beklenir. Çalışma alanı içinde dümen kuvvetinin azalması istenmediği için, kritik açı önemlidir.

Modern bir ticaret gemisinin dümeni. (altta) Bu dümen pervanenin hemen arkasına takılır. Yüzeyi, en çok dönme kuvveti ve suyun akışına en az direnç gösterecek biçimde tasarlanmıştır.



Bir İran elyazmasından alınan bu resimde, kıçtan takma bir dümen görülmektedir. (sağda) Bu dümen tipi İ.S. XII. yüzyıldan sonra yaygınlaşmıştır.

Havuzda model dümenlerle yapılan deneyler, dikkatle değerlendirilmeli ve gemiye doğrudan uygulanmamalıdır. Çünkü, dümenin hareketi, tekne ile pervane arasındaki boşluktaki su akışına bağlıdır. Güvenilir sonuçlar ancak, gerçek boyutlardaki bir gemide yapılan deneylerle elde edilir ve daha değişik tasarımlar, bu deneylere dayanılarak üretilir.

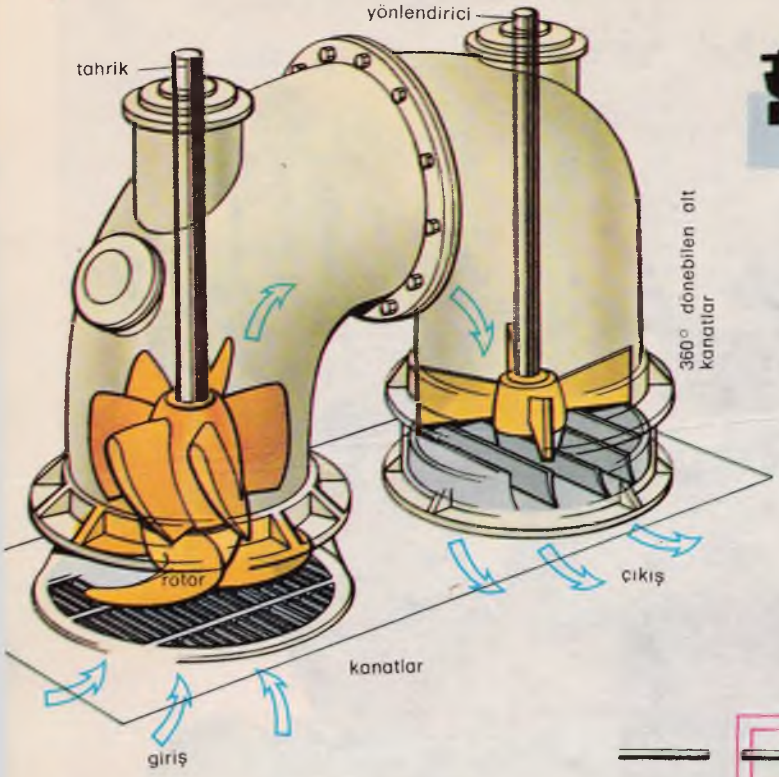
Dümen kıvrıldığında, gemi, önce hafifçe istenen yönün tersine doğru kayar; daha sonra, dairesel bir yol izleyerek, istenen yöne döner. Dümenin ilk kıvrıldığı noktadan, geminin ilk doğrultusuna dik duruma geldiği noktaya kadar olan uzaklığa, «*avans*» denir. *Transfer*, bu iki nokta arasındaki enine uzaklıktır. Geminin söz konusu iki nokta arasında çizdiği yayın çapına ise, «*taktik çapı*» adı verilir. Dönüş sırasında teknenin burnu, her zaman yayın içinde kalır. Bu da, teknenin doğrultusu ile yay teğet doğrultusu arasında bir *yatma* açısı oluşturur. Taktik çapı, dümenin gemiyi döndürebilme yeteneğini gösterir ve savaş gemilerinde çok önemlidir.

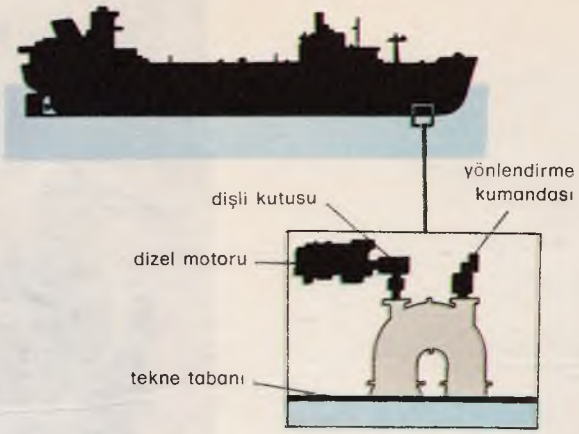
Yönlendirme yöntemleri: *Su püskürtmeli* (jet) sistem, hem itme, hem de yönlendirme için kullanılabilir. Bu sistem, feribot ve ırmak araçları gibi manevra alanının kısıtlı olduğu yerlerde, çok kullanışlıdır. Sisteme alınan suyun, bir dizi kanatla istenen yöne doğru yüksek hızda püskürtülmesiyle, geminin dönmesi sağlanır. Bir geminin hem önünde, hem de arkasında bu sistemden bulundurulduğunda, en yüksek dönüş gücü elde edilir .

Pruva itme sisteminde, geminin merkez hattına dik bir su tüneli içinde, *kanat açısı* hidrolik kumandayla ayarlanabilen bir PERVANE bulunur. Kanat açısının ayarlanmasıyla,gemiye, istenen hareket için gerekli itme sağlanır. Sistem, kumanda köprüsünden yönetilir. Hareket, pervaneye oynak eklemler ve koni biçimi dişliler aracılığıyla iletilir. Pruva itme sistemi, petrol tankerlerinden dökme yük şileplerine ve yolcu gemilerine kadar birçok gemide kullanılır. Ayrıca, duyarlı bir rota izlemek zorunda olan DENİZALTI KABLOSU döşeme gemilerinde de, bunlardan yararlanılır.

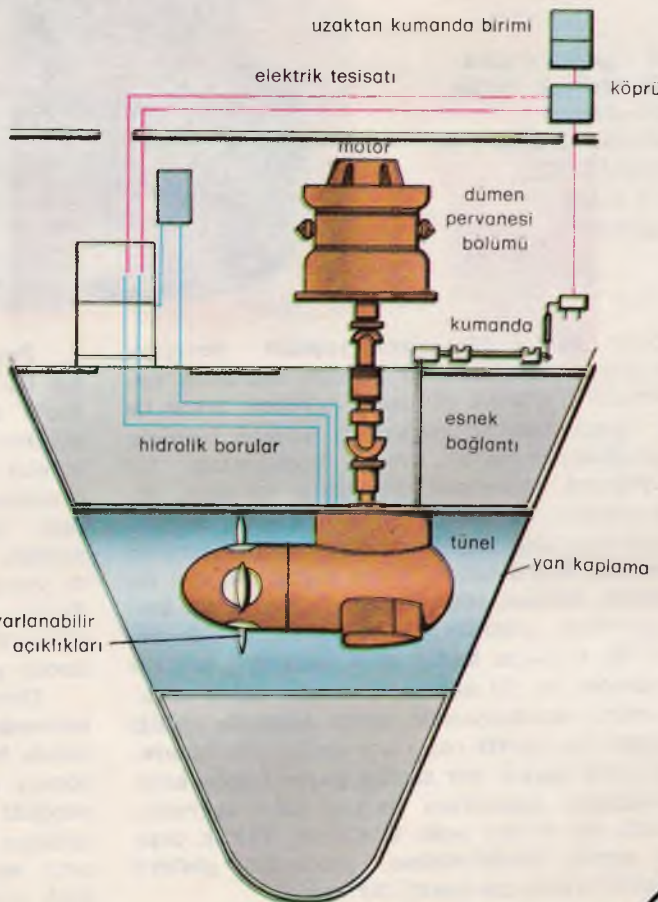
Geminin pruvasına takılan 'Navyflux' türünden iticilerde, geminin iki yanına ve öne açılan Y biçiminde bir tünel vardır. Tünelin ön ağzına takılı bir pompa, suyu öteki iki ağızdan boşaltmaya yarar. İki yandaki ağızlar, hidrolik kumandalı kapaklarla, birbirinden bağımsız olarak açılıp kapatılır. Bu kapakların açılıp kapatılmasıyla, iki tünel ağzından değişik miktarlarda su akar ve yanal bir itme kuvveti elde edilir. En yüksek döndürme kuvvetini sağlamak için, kapakların biri bütünüyle kapalı, ikincisi bütünüyle açık, pompa da son hızda çalışır olmalıdır. Bu tür iticilerin çalışması, geminin ileri hareketini gerektirmez, ama yüksek hızlarda, pompa çalışmadan da işlevini sürdürür.

*Hareketli dümen*de, dümen gövdesine takılı bir itme mekanizması ile dümenin gerisine takılı hareketsiz ya da kuvvet açısı ayarlanabilir bir pervane bulunur. Dümen kıvrıldığında, ucundaki per-

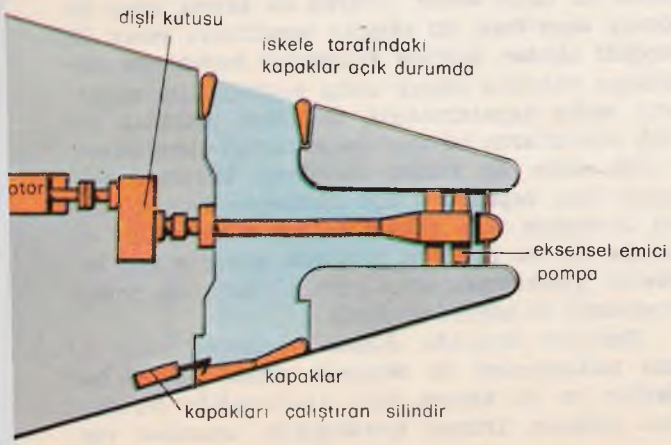




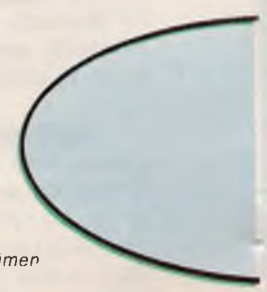
hidrolik jet tahrik birimi



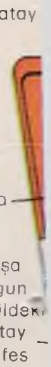
teknenin çıkık karinasındaki Navyflux Y-iticisi

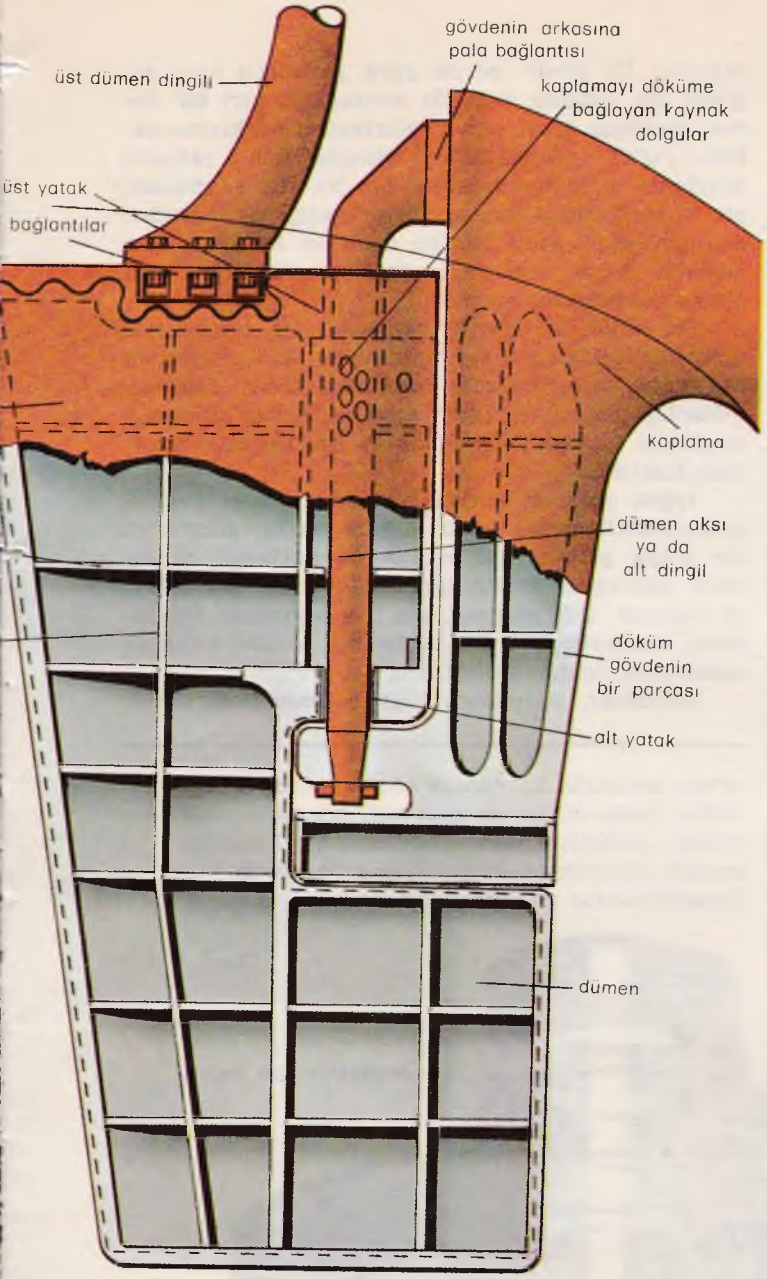


Açı kumandalı kamewa dümen pervaneleri
omurgadan tekninin arkasını gösteren dikey resim

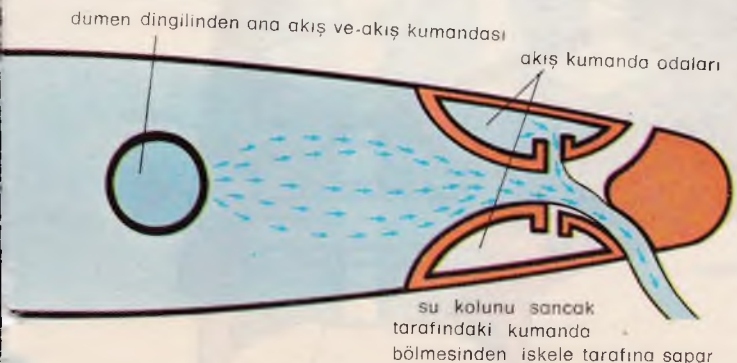


jetli kanat dümen





tek uskurlu bir teknenin modern dümeni



Günümüzde yaygın olarak kullanılan gemi yönlendirme sistemleri. Su püskürtmeli sistemde, su, bir emici rotorla U biçimindeki tünelden akar ve yönlendirme miliyle çalıştırılan çıkış kanatları aracılığıyla yönlendirilerek çıkar. Kamewa pruva itme sisteminde, geminin omurgasına paralel bir tünelde, bir pervane bulunur. Pervane kanatlarının açıları ayarlanarak, suyun bu tünelden istenilen hızda ve yönde akması sağlanır. Navyflux türü itici, suyu, geminin istenilen yanından püskürtür. Jetli kanat dümeninde su, iskele ya da sancak tarafında bir aralıktan akar.

vane, geminin merkez doğrultusuyla açı yapacak biçimde, yalnızca dümenin sağlayabileceğinden çok daha güçlü bir itme sağlar. Burada da, dümenin çalışması, geminin ileri hareketinden bağımsızdır.

Parçalı dümende, dümen üstünde, dümenden çok daha büyük bir açıyla döndürülebilen ayrı bir kanat bulunur. Bu kanat, dümen yüzeyinin çizdiği yayı büyüterek, suyun bu yüzeydeki akışını düzenler. Hızı düşük gemilerde parçalı dümen, daha çok dümen kuvveti oluşturur. Parçalı dümen, çoğunlukla balıkçı gemilerinde ve römorkörlerde kullanılır.

*Jetli kanat dümeni*nin hareketi, parçalı dümeninkine benzer, yalnızca mekanizması daha yalındır. İçi oyuk olan dümene *üst dingil*in (dümeni döndüren bağlantı) içinden pompalanan su, dümenin arka ucundaki düşey bir yarıktan dışarı çıkar. Bu yarıktan püsküren su, gene üst dingilden beslenen bir *kumanda bölmesi* aracılığıyla, sağa ya da sola gönderilir. Kumanda bölmesi, ana kanaldan su püskürterek, suyun dönme yönüne göre, yandaki bölmelerden gerekli olana dolmasını sağlar.

Sikloit pervane, hem pervane, hem de dümenin işlevlerini yüklenir. Belli açılarda. döndürülebilen dik kanatları, bir tek yönde itme sağlar. Her kanadın açısı, mekanik bağlantılarla düzenlenir. Bir eksantrik, yönlendirme için gerekli olan itmeyi ayarlar. Bu sistemin en önemli yararlarından biri, geminin, bulunduğu yerde dönebilmesidir.

*Silindir dümen*de, gemi pervanesinin arkasına düşey biçimde takılmış, döner bir silindir vardır. Dümen, silindirin çevresindeki suyun akış biçimi bozularak çalıştırılır. Bu da, gidiş yönüne dik bir itme kuvveti sağlar. Silindirin öteki yanında da aynı kuvveti sağlayabilmek için, silindirin dönüş yönü tam tersine çevrilir. Geleneksel dümenlere de, döner silindir takılabilir. Böylece, hem akış özellikleri değiştirilir, hem de dümen kuvveti artırılır. Silindir, dümenin ön ucuna ya da dümen kanadının hemen önüne takılır.

DÜRBÜN

Dürbün, temelde, yan yana yerleştirilmiş iki TELESKOP'tan oluşur. Böylece, uzaktaki bir cisme bakarken iki göz de kullanıldığından, derinliği olan

(stereoskopik) bir görüntü elde edilir. Bu özellik, dürbünün, gözleri teleskop kadar yormamasına yarar.

En yalın dürbün, her birinde iki mercek olan iki Galilei dürbününden oluşur. «Opera dürbünü», «sahra dürbünü» adları da verilen çift Galilei dürbününün, sanki bir borunun içinden bakıyormuşçasına, oldukça dar bir görüş alanı vardır. Büyütme oranı küçüktür ve çoğunlukla dört katın üstüne çıkmaz.

Nitelikli dürbünler, genellikle RENKSEMEZ MERCEK'lerle donatılır. Ekseninde hiç bir değiştirme yapmadan, güçlü bir dürbün yapılmak istenirse, çok uzun ve hantal bir dürbün elde edilir. Bu nedenle, iki optik düzeneğin her birinde, bir çift dik açılı PRİZMA kullanılarak, ışığın yönü değiştirilebilir. Böylece, ışık demeti «katlanır» ve aygıtın boyunu büyütmeden, öndeki objektif ile arkadaki göz merceği arasındaki uzaklık artırılır. Söz konusu düzenleme, aynı zamanda, objektif mercekleri arasındaki uzaklığın, gözlemcinin gözleri arasındaki uzaklıktan büyük tutulabilmesine olanak verir. Böylece, dürbünde daha büyük mercekler kullanılır ve daha büyük bir çift boyut etkisi vermesi sağlanır. Teleskop sistemi ters görüntü verir. Ama prizmalar, bu görüntüyü gene doğru durumuna çevirerek, fazladan bir mercek kullanma zorunluluğunu ortadan kaldırır.

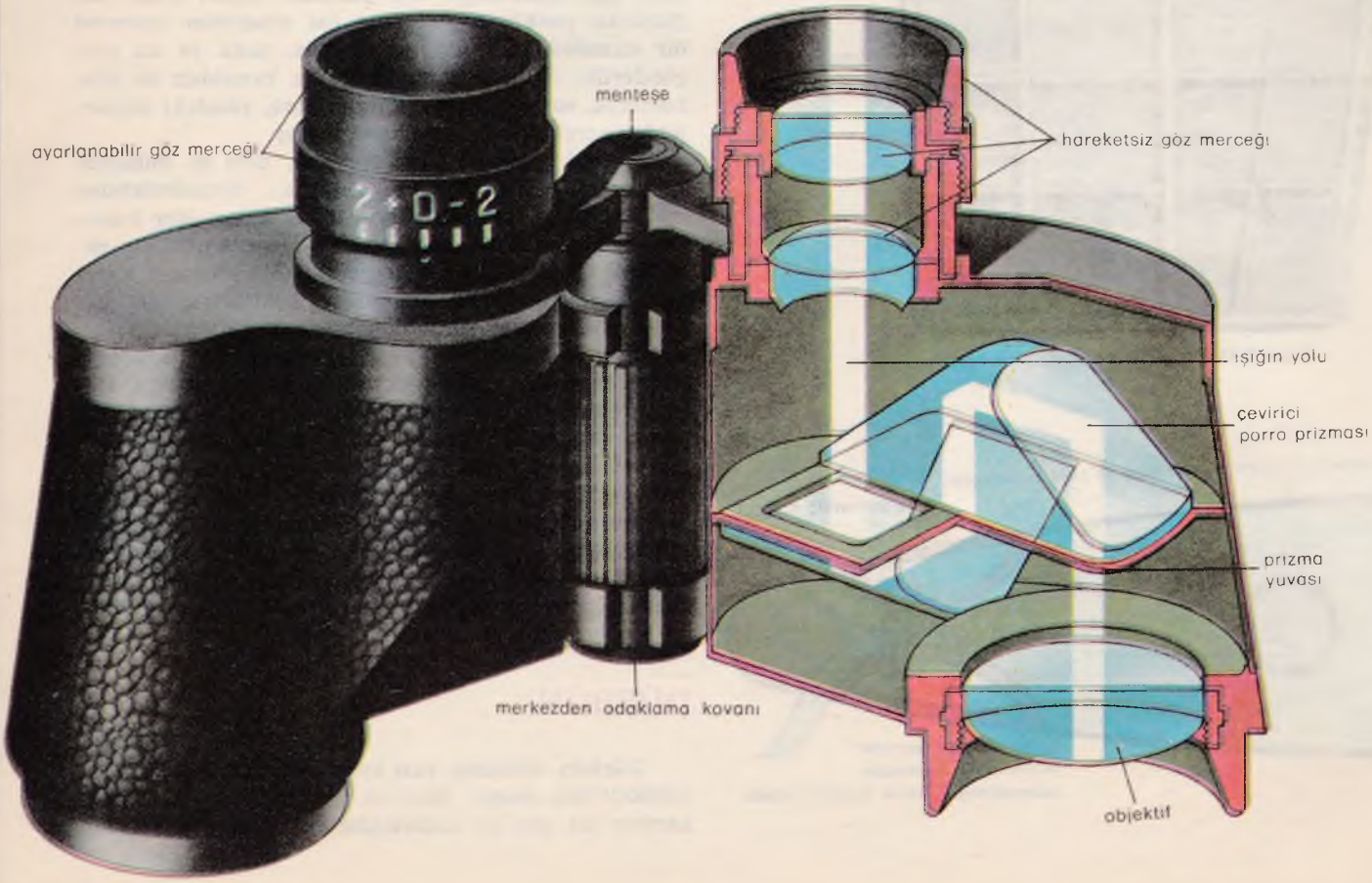
Odak ayarı, iki göz merceği yuvasını birbirine bağlayan vidalı bağlantıyı, optik merkezi koruyarak döndürme yoluyla yapılır. Tek vidanın çevrilmesiyle, iki yuvanın birden içe ya da dışa doğru kayması sağlanır. İki gözün görme gücü, genellikle aynı değildir. Bu nedenle, sağ göz merceğinin ayrı bir döner odaklama ayarı vardır. Merkezden odaklama sistemi, farklı uzaklıklardaki cisimler için çabucak ayarlanır ve daha kullanışlıdır. Ne var ki, bunlar, göz merceklerinin ayrı ayrı ayarlandığı ve doğrudan ana gövdeye bağlı olduğu modeller kadar sağlam değildir. Askeri amaçlarla üretilen dürbünler, bağımsız odaklanan türdendir.

Dürbünün iki yarısı, menteşeli bir bağlantıyla birbirine tutturulmuştur. Kullanan kişi, gözlerinin arasındaki mesafeye göre dürbünü ayarlar. Bağlantı üstündeki bir dereceleme, yapılan ayarı, milimetre cinsinden gösterir. Genellikle 64 mm'lik bir dereceleme kullanılır.

Işığın yolu iki yarıda birbirine paralel değilse, çift görüntü ortaya çıkar. Gözün bu iki görüntüyü bir araya getirme çabasından kaynaklanan rahatsızlık nedeniyle, en küçük bir ayarsızlık bile kolayca anlaşılır. Çift görüntü, göz için zararlıdır. Bu nedenle mercekler, iki ışık demetinin paralel olmasını sağlayacak biçimde yerleştirilir.

Prizmalar, yuvalarına metal çemberlerle tuttu-

«Porro prizmalı» merkezden odaklamalı dürbün. (altta) Başka bir tür de «çatı tipi» prizmalılardır; bunlar, görüntüyü yana kaydırmadan ışık yolunu uzatabildiklerinden, daha küçük dürbünlerin yapılabilmesine olanak sağlarlar.



rulur. Işığın doğrultusu, vidalar ya da kamalar aracılığıyla ayarlanır. İnce ayar, objektifleri taşıyan yuvalar döndürülerek yapılır. Mercekler, bu yuvalara biraz merkezden kaçık oturtulmuştur. Yuvaları taşıyan dişler de merkezden biraz kaçık yapılmıştır. Böylece, yuvalardan biri ötekinin içinde döndürülerek, mercek her noktaya ayarlanabilir.

Özellikler: Dürbünlerin büyütme oranları, 6-20 kat arasında değişir ve 6 x, 20 x biçiminde gösterilir. Objektif çaplarına, «*açıklık*» adı verilir. Çapları, 30 mm ile 80 mm arasındaki mercekler, en çok kullanılanlardır. Askeri amaçlarla yapılan ayaklı dürbünlerde çap, 150 mm'ye kadar çıkar.

Bir dürbünün çalışma özellikleri, 8 x 30 gibi bir sayı çiftiyle belirtilir. Bunun anlamı, büyütme oranının 8, objektif açıklığının da 30 mm olduğudur. Yaygın olarak kullanılan büyütme ve açıklık bileşimleri vardır. En genel bileşimler 8x30, 7x50 ve 10x50'dir.

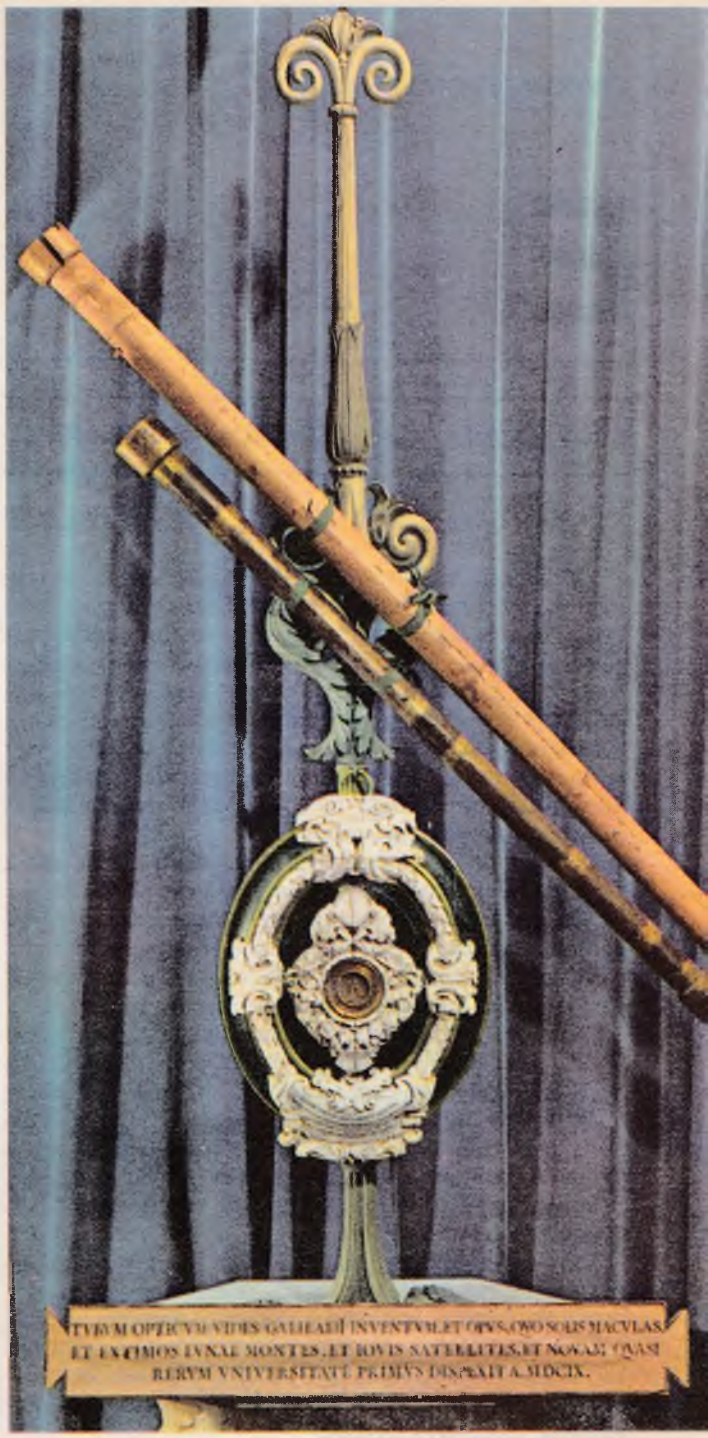
Büyütme ne kadar büyük olursa, dürbünün o derece kullanışlı olacağı düşünülebilir. Ne var ki bu, çoğunlukla doğru değildir. En iyi özellikler, koşullara göre belirlenir.

Yüksek büyütme oranıyla, görüntüyü hareketsiz tutmak çok zordur. Eldeki en küçük bir titreme, görüntüyü etkiler. Ayrıca, görüntü büyüdükçe, soluklaşır; çünkü, aynı miktardaki ışık, çok daha büyük bir alana yayılır. Geniş açılı göz mercekleri kullanılmazsa, görünüm alanı da küçülür. Bütün bu nedenlerle, 10 kattan daha büyük büyütme oranları pek yapılmaz. ZUM göz mercekleriyle, büyütme 7-15 kat arasında sürekli değiştirilebilir. Ama bu tür dürbünler, optik ve mekanik bakımdan daha karmaşıktır; iyi çalışmaları için çok sağlam yapılı olmaları gerekir.

Başka bir etmen de, *göz halkası* ya da *göz dairesi*dir. Bu, ışık demetinin, göz merceği ucundaki büyüklüğüdür. Çapı (milimetre olarak), açıklığın büyütme oranına bölünmesiyle hesaplanır. Sözgelimi, 8 x 30'luk bir dürbünün göz halkası, 30/8=3,8 mm, 7x50'liğinki ise, 50/7=7,1 mm'dir. İnsan gözbebeğinin çapı, gün ışığında 2 mm'dir, karanlıkta en çok 7 mm olur. Gün ışığında gözün alabileceğinden çok ışık veren 7x50'lik bir dürbün, gece de oldukça parlak bir görüntü sağlar.

Açıklığın artırılmasıyla, daha çok ışık alınabilir, ama bunu sağlamak için dürbüne, daha büyük prizmalar yerleştirmek ve aygıtı daha büyük yapmak gerekir. Bu yüzden, dürbünlerin gücü, kullanışlı olmalarını sağlama amacıyla sınırlı tutulur. Genel amaçlı dürbünlerde en yaygın büyütme oranı, 8 x 30'dur. Askeri dürbünlerinse, aşağı yukarı tümü 7 x 50'liktir.

Dürbünlerin görüş alanları için, iki değerden söz edilebilir. Birincisi, gerçekten görülebilen parçadır ve genellikle 360° ufuk çemberinin 6 - 8'lik bir bölümünü içerir. Büyütme sonucu, bu dar alan genişler ve zahiri görüş alanı 40° - 70° arasında (ya da daha büyük) bir değere ulaşır. Daha yüksek değerler, çevrel bir görüntü verir. Görüş alanı ve büyütmeyi, göz merceği belirler. Göz mercekleri, beş ya da daha



En yalın dürbün olan Galilei dürbününün görüş alanı oldukça dardır ve büyütme oranı büyüktür.

çok sayıda mercekten oluşur. Bunlar çarpıtmasız ve renkseme oluşturmayan (Bk. RENKSEMEZ MERCEK) geniş bir görüş alanı verecek biçimde bir araya getirilir. Niteliksiz dürbünlerde dik çizgiler, sözgelimi yapıların köşeleri, görüş alanının kenarlarına doğru düzgünlüğünü yitirip eğrileşir.

Dürbünlerdeki öteki hatalar, aygıtın boyutlarını küçültme amacıyla yapılan çok küçük prizmalardan ve iki yarıyı bağlayan köprüdeki bozukluklardan kaynaklanır. Niteliksiz dürbünler, iki görüntü arasında eşit olmayan odaklamaya ve kaymış görüntüye neden olurlar.

E

EDDY AKIMLARI Bk. FOUCAULT AKIMLARI

EDİSON, THOMAS ALVA (1847-1931)

Çok ünlü bir mucit olan Thomas Alva Edison yaşamı boyunca, kendi ve ortakları adına 1 000'i aşkın patent almış, bu yüzden, «Menlo Park'ın Sihirbazı» (Menlo Park, A.B.D'nde New Jersey yakınlarında, ilk laboratuvarını kurduğu kenttir) diye adlandırılmıştır. Gerçek bir bilim adamı olmadığından, buluslarını deneme yoluyla gerçekleştiren, daha önce ortaya atılan düşünceleri ve buluşları geliştiren Edison, dehanın, yüzde bir esin, yüzde doksan dokuz çalışma olduğunu söylemiştir.

Edison'un araştırıcı zekası, kendini küçük yaşta gösterdi. Hep soru soruyor ve kendi denemeden hiç bir yanıtı kabul etmiyordu. Bu davranışından ötürü ve matematikte iyi olmaması nedeniyle, öğretmeni, çocuğun kafasının «karışık» olduğunu söyleyerek onu okuldan çıkarttı. Öğretimini annesi sürdürdü.

On yaşında, evinin bodrumunda bir kimya laboratuvarı kurdu. Laboratuvarına yeni aygıtlar almak için gereken parayı, gazete satarak ve şekerleme üretiminde çalışarak kazanıyordu. On iki yaşında, bir tren vagonunda, kendi matbaasını kurdu ve daha çok para kazanmak için kendi gazetesini satmaya başladı. Böylece kendini eğitmeyi de sürdürüyordu.

Tren yolunda telgraf öğrendi. İç savaş sırasında telgraf memuru olarak A.B.D 'nin her yanını dolaştı. Bu arada elektrik konuları üstünde çalıştı. 1868'de ilk buluşunu ortaya çıkardı: Oyları kaydeden bir aygıt. Ama Kongre, bu buluşla ilgilenmedi. Edison bundan sonra, piyasada tutulabilecek buluşlar üstünde çalışmaya başladı.

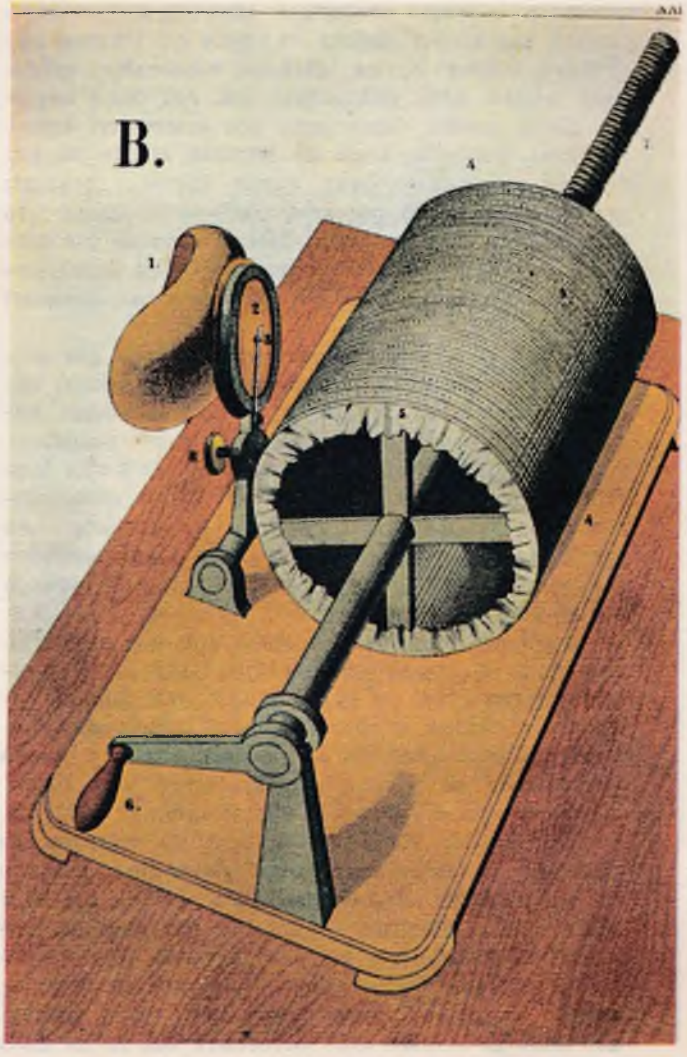
Bu tür buluşların ilki, borsa fiyatlarını anında ileten bir makinaydı. Bu buluş çok tutulunca, Edison, aygıtı üreten bir fabrika kurdu. Daha sonra TELGRAF'ı geliştirerek, bir hattan dört telgrafın birden çekilmesini sağladı. Ayrıca DAKTİLO'da da yenilikler yaptı.

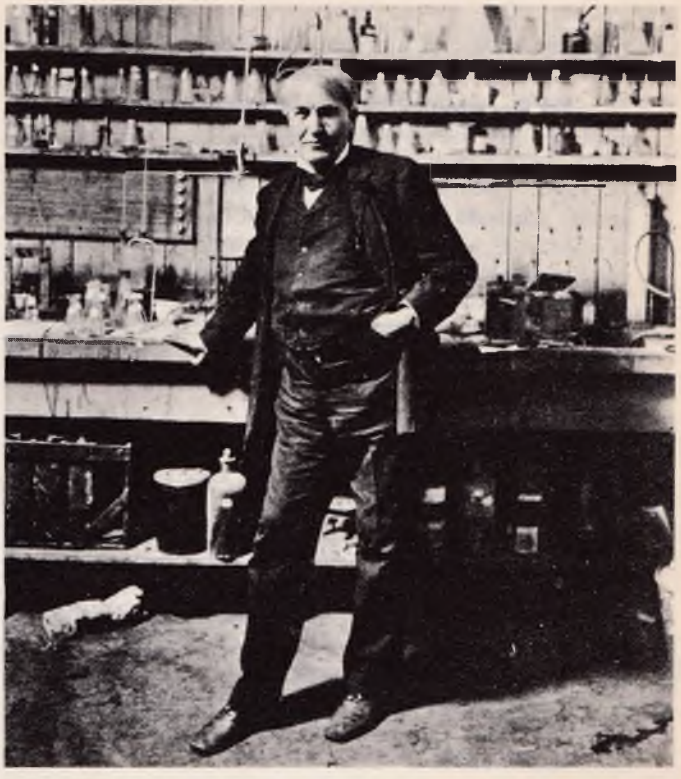
1876 yılında Edison, zengin olmuş, büyük bir ün kazanmıştı. Üretimle uğraşmayı bırakarak, yeni buluşlar geliştirme amacıyla, Menlo Park laboratuvarını kurdu. İlk çalışmaları, Alexander Graham BELL'in TELEFON'una mikrofon eklemek oldu. Bu buluş, XX. yüzyıl boyunca sürecek olan, «piyasaya göre buluş yapma» kavramını ortaya çıkardı.

1877'de Edison, en çok beğenilen buluşunu yaptı. Geliştirdiği fonograf, elle döndürülen teneke kaplı bir silindir ile bu silindirin üstüne oyuklar açan bir iğneden oluşuyordu. Yapılan ilk ses kaydı, Edison'un söylediği «Mary Had a Little Lamb» adlı şarkıydı. Edison, bu ses kayıt aygıtını bulmadan önce, yararlı olabileceğini düşündüğü on maddelik bir liste hazırlamıştı. Buluşunun daha çok bürolarda kullanılabileceğini düşünüyor, günümüzdeki milyarlarca liralık plak endüstrisini aklından bile geçirmiyordu.

1878'de Edison, araştırmalarını akkor halde ışık veren AMPUL'e yöneltti. Başarıya ulaşmadan önce

Edison'un ilk fonografı (altta) elle çevrilir ve kayıtlar, üstü tenekeyle kaplı silindire yapılırdı.





Edison, West Orange'daki kimya laboratuvarında. (üstte sağda) Karbolik asit yapma yöntemi burada bulundu.

Daha sonraki fonograflarda kullanılan ve daha nitelikli ses veren parafinle kaplı silindirler. (üstte solda)

Edison'un kömürleşmiş pamuk ipliği kullandığı ilk ampulü. (solda). Alttaki musluk, ampulün içindeki havayı dışarı atarak bir vakum yaratmaya yarar.

---

binlerce deney yaptı ve sonunda, kömür haline gelmiş bir pamuk ipliğinin, vakumda bozulmadan parlamasını sağladı. Bundan sonra yardımcıları, elektriğin her eve dağıtılmasını sağlayan sistemi geliştirdiler. 1882'de, ilk elektrik dağıtım merkezi New York'ta Pearl sokağında kuruldu. Edison burada doğru akım kullandı. Eski yardımcılarından Tesla ise, başka bir şirket adına, alternatif akımla çalışan bir şebeke kurdu. Westinghouse firması, Tesla'nın kurduğu bu sistemle piyasaya egemen oldu. Edison'un «Edison Elektrik Şirketi» de, başkalarıyla birleşerek, General Electric şirketini oluşturdu.

Ampul üstünde çalışırken Edison, gerçek bilimsel buluşlarından birini yapmış ve termoiyonik lambanın ilkelerini, yani vakum tüpünü bulmuştu.

Edison 1887'de West Orange'da (New Jersey) yeni bir laboratuvara taşındı. 1889'da bir film kamerası yaptı ve film çekmek için küçük bir stüdyo kurdu. Ama kendi buluşunun sonuçlarını beğenmeyerek, film endüstrisini geliştirmeyi başkalarına bıraktı. Hattâ A.B.D. dısında patent almaya bile ge-

rek görmediğinden, sonraları dışalım yoluyla gelen makinalar konusunda sorunlar ortaya çıktı.

1896'da Henry FORD, Edison'a akıl danışmaya gitti. Edison ona, içten yanmalı bir motorun, atsız araba için çok iyi bir güç kaynağı olduğunu söyledi. Ford, otomobil endüstrisini geliştirdi ve Edison'u kendi gözünde tanrılaştırdı. 1912'de Edison, Tesla'yla birlikte elektrik şebeke ve üretimi konusundaki çalışmaları nedeniyle Nobel ödülü alacaktı. Ama Tesla, adının Edison ile birlikte anılmasını istemedi ve ikisi de ödülü alamadılar.

EGZOZ SİSTEMİ (Otomobillerde)

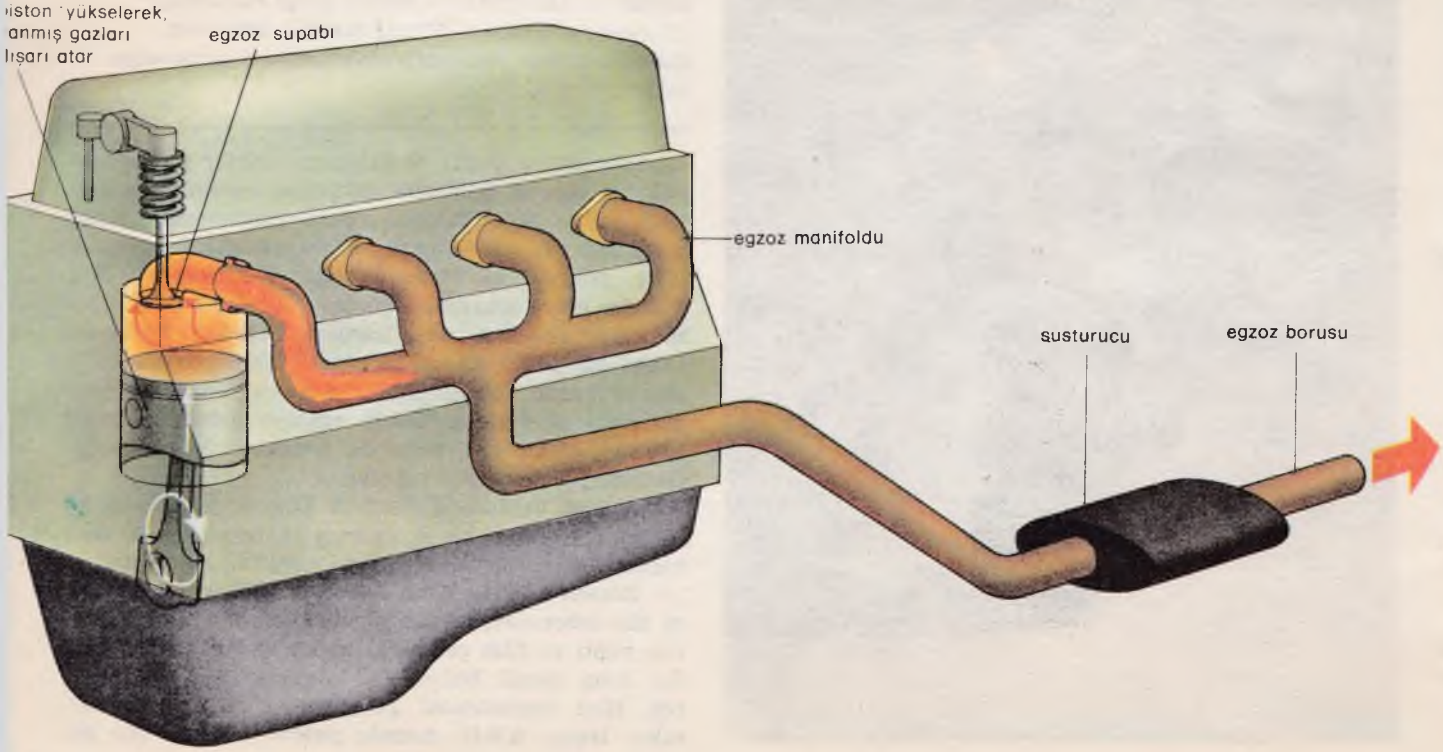
Otomobillerdeki İÇTEN YANMALI MOTOR'lar güçlerini, içlerinde yanan benzin ile hava karışımından alırlar. Patlamalar sonunda oluşan sıcak gazlar, genleşerek pistonları çalıştırdıktan sonra, egzoz sisteminin borularıyla dışarı atılır. Zehirli olan bu gazların sıcaklığı 1 700°C, egzoz supabı açıldığı andaki basıncı ise, 7 bar dolayındadır. Bu nedenle, egzoz sisteminin başlıca görevlerinden biri, gazları, aracın içindekilere ve çevreden geçenlere zarar vermeden dışarı atmaktır. Motor çok gürültülü çalıştığından, sistemin bir başka işlevi de, bu gürültüyü zararsız bir düzeye indirmektir.

Egzoz sistemi, motora bağlanan birçok borudan oluşan ve *manifold* («çok kollu» anlamında) adını alan bölümden başlar. Manifolda bağlanan bir çelik boru, gazları, gürültüyü azaltan susturucuya iletir. Susturucunun öteki ucundan çıkan kısa boru, otomobilin arkasında, yerden biraz yüksekte son bulur. Bazı araçlarda, gürültüyü daha iyi soğurmak için, manifoldun yakınına bir de genişleme odası ya da ön susturucu yerleştirilir.

Manifoldun silindir bloğuna, egzoz borusunun da manifolda bağlandığı yerlere, gaz ve gürültü sızmasını önleme amacıyla contalar konur. Sistemin geri kalan bölümleri, birbirine takılıp otomobilin altına bağlanır. Bütün sistem, özellikle de susturucu, yol yüzeyine açık olduğundan, sürekli olarak aşınma ve titreşim etkisinde kalır. Otomobillerde en çok bozulan parça, susturucudur. A.B.D'nde bir firma, egzoz sisteminin daha uzun ömürlü olmasını sağlamak amacıyla, parçaları seramikle kaplamayı denemiş, ama bu maddenin çok kırılgan olduğu ve kolayca döküldüğü görülmüştür. Paslanmaz çelikten, alüminyumlu ya da alüminyum kaplanmış sistemler de yapılmıştır. Bu sistemler, çok pahalı olmalarına karşılık, kullanılma süreleri daha uzun olduğundan, oldukça ekonomiktir.

Egzoz gazlarının yüksek sıcaklığı, 2-3 metre boyundaki boruda uygun bir dereceye düşer. Motorları havayla soğutulan otomobillerde, egzoz sisteminden, aracın içini ısıtmakta yararlanılır. Egzoz sistemi aracın içine gaz ve duman sızdırmadığı sürece, egzoz gazlarının, özellikle de karbon monoksidin zehirli olması, aracın içindekiler için (aracın küçük ve kapalı bir garajda çalışması dışında) sorun yaratmaz. Ne

Bir motorun egzoz sistemi. Yanma sürecinden çıkan gazlar manifold borularından, susturucudan ve çıkış borusundan geçerek dışarı atılır. Susturucu, sisteme gaz veren silindirlerin oluşturduğu ses dalgalarını soğurur.



Paslanmaz çelikten yapılmış iki susturucu tipi. Egzoz gazları deliklerden geçerken genleşir ve ses dalgalarının frekansı, birbirini yok eden bölümlere ayrılır. Cam yünü dolgu, sesin soğurulmasını kolaylaştırır.

var ki, hareket eden otomobillerin hemen arkasında oluşan alçak basınç alanı, dumanı içeriye geri emebilir. Bu yüzden, egzoz borusu ucunun bulunduğu yerin ve bagajın gaz sızdırmaz olması da çok önemlidir. Açık havada, egzoz gazı yayalar için önemli bir tehlike oluşturmaz. Ancak, hava kirliğini en aza indirme amacıyla, otomobil egzozlarının belirli özelliklere uygun olması gerekir.

Seri üretilen motorlarda, egzoz manifoldu, dökme demirden yapılmış bir bloktur. İçinde, her silindire ya da silindir çiftine giden ayrı bir boru bulunur ve bu borular birleşerek, daha büyük çapta bir çıkış borusuna dönüşür. Manifold borularının boyu ve biçimi, motorun geri basıncını belirleyerek, çalışmasını ve tükettiği yakıt miktarını etkiler. Bu yüzden, çok iyi ayarlı, nitelikli motorların manifoldları, uzunlukları dikkatle ayarlanmış ve hafifçe kıvrılmış ayrı ayrı çelik borulardan yapılır. V8 motorlarda olduğu gibi, iki silindir dizi varsa, iki de egzoz manifoldu gerekir. Manifoldlar, ya kesinlikle ayrı iki egzoz sistemine bağlanır ya da bunlardan gelen borular, motorun yakınında bir tek boru halinde birleşir.

Gazın birkaç kez genleşmesiyle, egzoz gürültüsüne yolaçan etmenlerden biri olan sesötesi şok dalgalarının şiddeti azalır. Genleşme, önce genleşme odasında, (böyle bir oda varsa), sonra da susturucunun içindeki delikli borularda gerçekleşir. Oluşan alçak frekanslı ses dalgaları da, gazın genleştiği bölümdeki ses dalgalarını bastıran faz dışı titreşimlerle zayıflar. Bazı susturucularda, delikli boruların çevresine, cam yünü gibi soğurucu maddeler yerleştirilir. Bunlar, hava akımına karşı yüksek direnç gösterip, arta kalan yüksek frekanslı sesleri azaltır.

1970 yılından sonra üretilen (özellikle A.B.D'nde) otomobillerin egzoz sistemleri, hava kirliliğini azaltma amacıyla yasalara uygun olarak değiştirilmiştir. Bu tür hava kirliliği denetim sistemlerinde, silindirdeki yanma işlemini kolaylaştırarak, gazların daha iyi yanmasını sağlamak için, motora bağlı bir pompayla egzoz manifolduna hava gönderilir. Bir başka sistemde de, egzoz gazının bir bölümü, silindire gelen karışımı seyreltip, yanma sıcaklığını azaltma ve zararlı gaz oluşumunu en aza indirme amacıyla, motora geri gönderilir. Bazı otomobillerde, «*katalitik dönüştürücü*» adı verilen düzenekler bulunur. Susturucunun içine ya da arkasına yerleştirilen bu düzenekler, egzoz gazını temizler.

EĞİRME

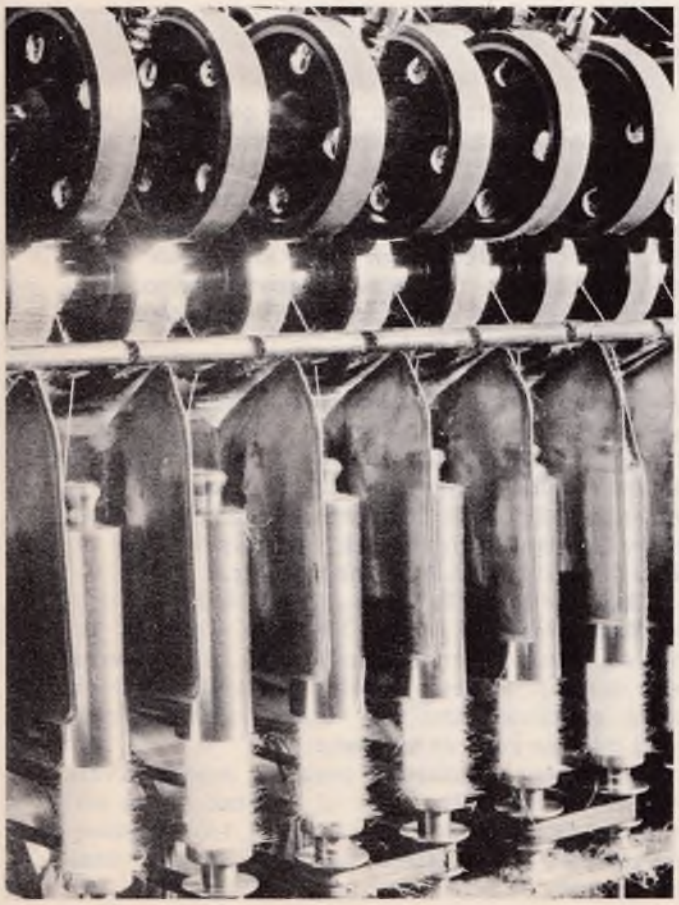
Eğirme, liflerin, belirli yollarla çekildikten sonra, bükülerek iplik haline getirilip makaralara sarılmasıdır. İpek dışında bütün doğal lifler (yün, keten, pamuk, jüt ve kendirotu) bu yöntemlerle eğirilir. Ancak, her lif türü için kullanılan iplik makinası değişiktir. Lifler, bükülmeden önce, şu hazırlık işlemlerinden geçirilir: Didikleme; çözme; yabancı maddelerden arındırma; düzleştirme; lifleri birbirine paralel hale getirme.

Bu işlemler boyunca inceltme işlemi, genellikle kesiksiz yürütülür ve daha sonraki aşamalarda (bazıları dışında) çekim silindirleriyle tamamlanır. Çekim silindirleri, çifter çifter dizilmiş silindirlerdir. Yassı bir fitil haline gelmiş olan lifler, bu silindirler arasından geçirilir. Birbirini izleyen her silindir çifti, öncekilerden daha hızlı dönerek, lifleri ayırır. İyice incelen fitildeki liflerin, *bükülmesi* gerekir.

Bazı üretim dallarında, liflere, bükme işleminden önce, «*tarama*» denilen bir işlem uygulanır. Taramada, metal dişler, liflerin arasına girerek onları iyice düzeltip, birbirine paralel hale getirir. Tarama işlemi, genellikle, daha ince ve daha yumuşak ipliğe gerek duyulan yerlerde uygulanır.

Eğirme işlemi, yüzyıllar boyu elle yapıldı. XVIII yüzyılın sonuna doğru, aynı işi yapacak birçok makina geliştirildi. O zamandan bu yana, temel yöntemlerde önemli bir değişiklik olmadı. İplik makinalarının boyunda ve niteliğinde gelişme sağlanmakla bir-

1790'dan kalma bir tarama makinası. (üstte) Makinaya vermeye elverişli pamuk üretmek için başvurulan işlem, açıkça görülmektedir. Yün ipliği üretiminde kullanılan kaseli eğirme tezgahı. (altta) Günümüzde bu makinaların çoğunun yerini, bilezikli tezgahlar almıştır.



likte, adları değiştirilmedi.

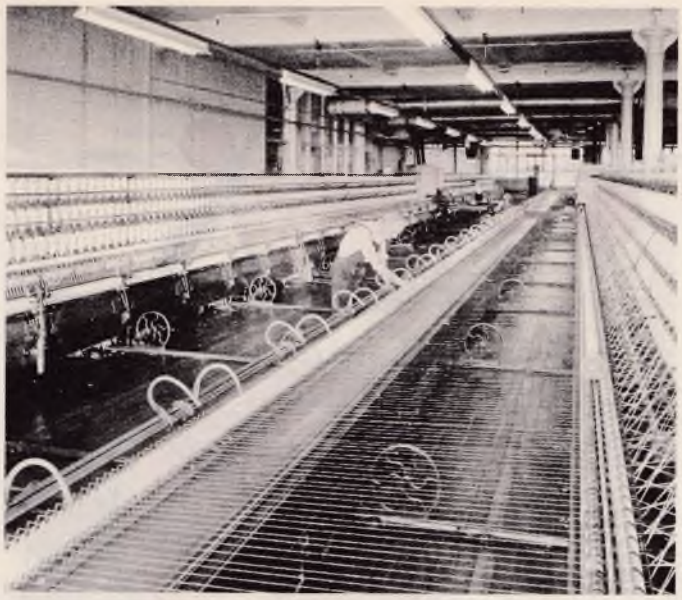
Maşalı vargel makinası: 1769 yılında Richard Arkwright tarafından geliştirilmiştir. Üstünde çekme silindirleri bulunan ilk makinadır. Birçok kişi çekim silindirlerinin yaratıcısı olduğunu öne sürmüş, ama yalnızca Arkwright, yıllar süren çalışmalardan sonra, başarılı bir uygulama getirebilmiştir. Başarılı bir sonuç elde etmek için göz önüne alınması gereken önemli etkenler vardı: Birbirini izleyen silindir çiftleri arasındaki uzaklığın, kullanılan pamuk lifleri uzunluğuna göre ayarlanması; silindir yüzeylerinin niteliği; alt ve üst silindirler arasındaki baskı kuvveti. Baskı kuvveti, üstteki silindirlerden sarkan çengellere ağırlıklar asma yoluyla sağlanıyordu. Bu makinanın modern biçimleri, çok daha büyük ve birçok bakımdan farklıdır; ancak, çalışma ilkeleri, Arkwright'ın zamanındaki ilkelerin aynıdır.

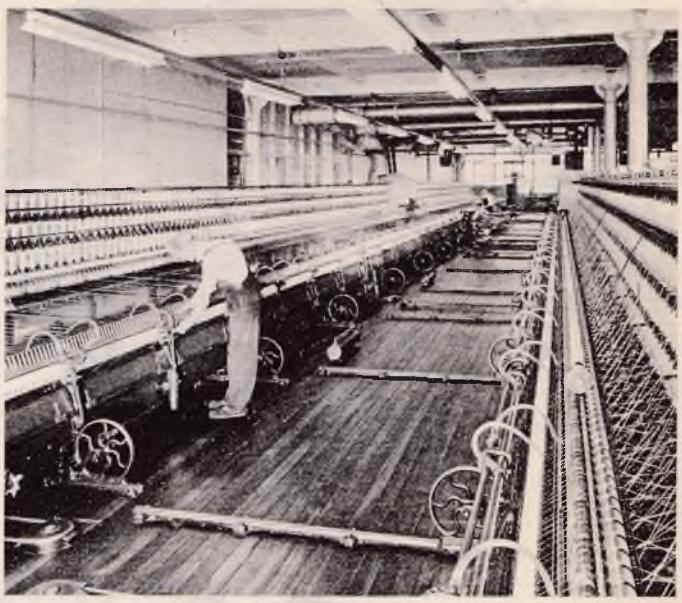
Makinada büküm ve sarma işlemleri süreklidir. Fitil, çekim silindirlerinden ayrılır ve *maşa*nın bir kolu boyunca inerek, bir delikten masuraya geçer. Maşa, ters U biçimindedir ve bir iğe bağlanmıştır. Kısa bir kayışın döndürdüğü bu iğle birlikte döner. Masura da iğin üstündedir; ama bu iğden bağımsız olarak dönebilir. Gerçekte masura, maşanın çevresine doladığı ipliğin çekilmesiyle döner. Masuralar, çok hızlı döndükleri için, momentum kazanıp aşırı hızlanabilir. Bu yüzden, pürüzlü yüzeyli disk biçiminde frenler kullanılır. Maşalı vargel makinaları yün, keten ve jüt endüstrilerinde kullanılmaktadır.

Arabalı vargel makinası: Bu makina, «aralıklı eğirme makinası» diye sınıflandırılır: Çekim ve büküm işlemleri, sarma işleminden ayrı yürütülür. Sarma yapılırken, ilk iki işlem durdurulur. Makina, 1774-1779'da Samuel Crompton tarafından bulunmuş, ama Crompton, patent almak için gerekli başvuruda bulunmamıştır. Makinaya başlangıçta, ürettiği çok ince pamuk ipliğinden dolayı, «*muslin çarkı*» denmiştir.

Arabalı vargel makinası, çekim silindirleri ile «*araba*» adı verilen tekerlekli bir çerçeveye takılmış bir sıra düz iğden oluşur. Araba, vargel hareketiyle çekim silindirlerinden 2 metre kadar uzaklaşıp yaklaşabilir. Çekim ve bükme işlemleri sırasında, araba, önce silindirlere yakın bir yerdedir. Bu sırada fitil, silindirlerden çıkıp, onların altında dikine duran iğlere geçer ve iğ boyunca, sarmal bir yol çizer. İğ çok hızlı döndüğü için, en tepedeki büklüm kayarak, ipi büker. Aynı zamanda araba, silindirlerden uzaklaşmaya başlar (arabanın hızı, silindirlerin iplik verme hızından biraz çoktur). İşlem, araba yolun sonuna gelinceye kadar sürer. Çekme ve bükme işlemlerinden oluşan bu üretim biçimi, öteki makinalara oranla çok daha düzgün iplik verir; çünkü büküm, daha ince yerlere kayarak, ipliğin daha da çok incelmesini önler. Buna karşılık, bükülmemiş kalın yerler, daha çok çekilerek inceltilir. Bu, arabalı vargel makinasının çalışmasında önemli bir etkendir. Söz konusu makinayla çok ince ve yumuşak iplik üretilmesine katkısı olan öteki etken de, ipliğe yüklenen aşırı gerilimin ve sürtünme etkisinin azaltılmasıdır.

Bükülmüş iplik iğe sarılmadan önce (makaraya





Arabalı vargelle, aynı anda 1 000'i aşkın ipliğin eğirilmesini gösteren iki resim. (üstte) Bir makina ipliği çekip bükerken, karşısındaki makina bükülmüş ipliği masuralara sarar. Bu makina, oldukça yakın zamanlara kadar kullanılmaktaydı. Ama günümüzde, aşağı yukarı her tür eğirme makinasında, bilezikli tezgahlardan yararlanılmaktadır.

gerek yoktur), iğ üstündeki iplik bükümlerinin çekilip alınması gerekir. Bu iş, iğlerin birkaç kez tersine döndürülmesiyle yapılır. Bir yandan da, bu yolla alınan gevşek iplik, iğlerden inen bir *askı*ya alınır. İplik, bu askı ile iğin altından yukarı çıkan bir başka tel arasında gergin tutulur.

Bu arada araba, silindirlere doğru yaklaşmaya başlar. İğler ilk yönde dönerler ve ilk askı, iplik ucunu masuraya doğru götürürken, ikinci tel de ipliği gergin tutar. Araba silindirlere ulaştığında, teller de eski durumlarına döner ve çevrim yeniden başlar. Crompton'dan sonra çeşitli yeniliklerle geliştirilen bu makina, 1830'da bütünüyle otomatikleştirilmiştir.

Bilezikli vargel makinası: XIX. yüzyılın sonlarına doğru A.B.D'nde bulunduğu öne sürülen, sürekli eğirme makinasına bu ad verilir.

İğe bağlanmış ve onunla birlikte dönen masuranın çevresinde, maşa yerine, hareketsiz bir bilezik vardır. Bileziklerin kenarına, küçük C biçimli kopçalar takılmıştır. Kopçalar, bileziklerin çevresinde hareket eder. Çekim silindirlerinden gelen lifler, kopçanın içinden geçip masuraya sarılır. İğ büyük hızla döndüğü için, lif demeti bükülerek iplik haline gelir. Kopçaların doğurduğu direnç, ipliğin masuralara sarılmasına neden olur.

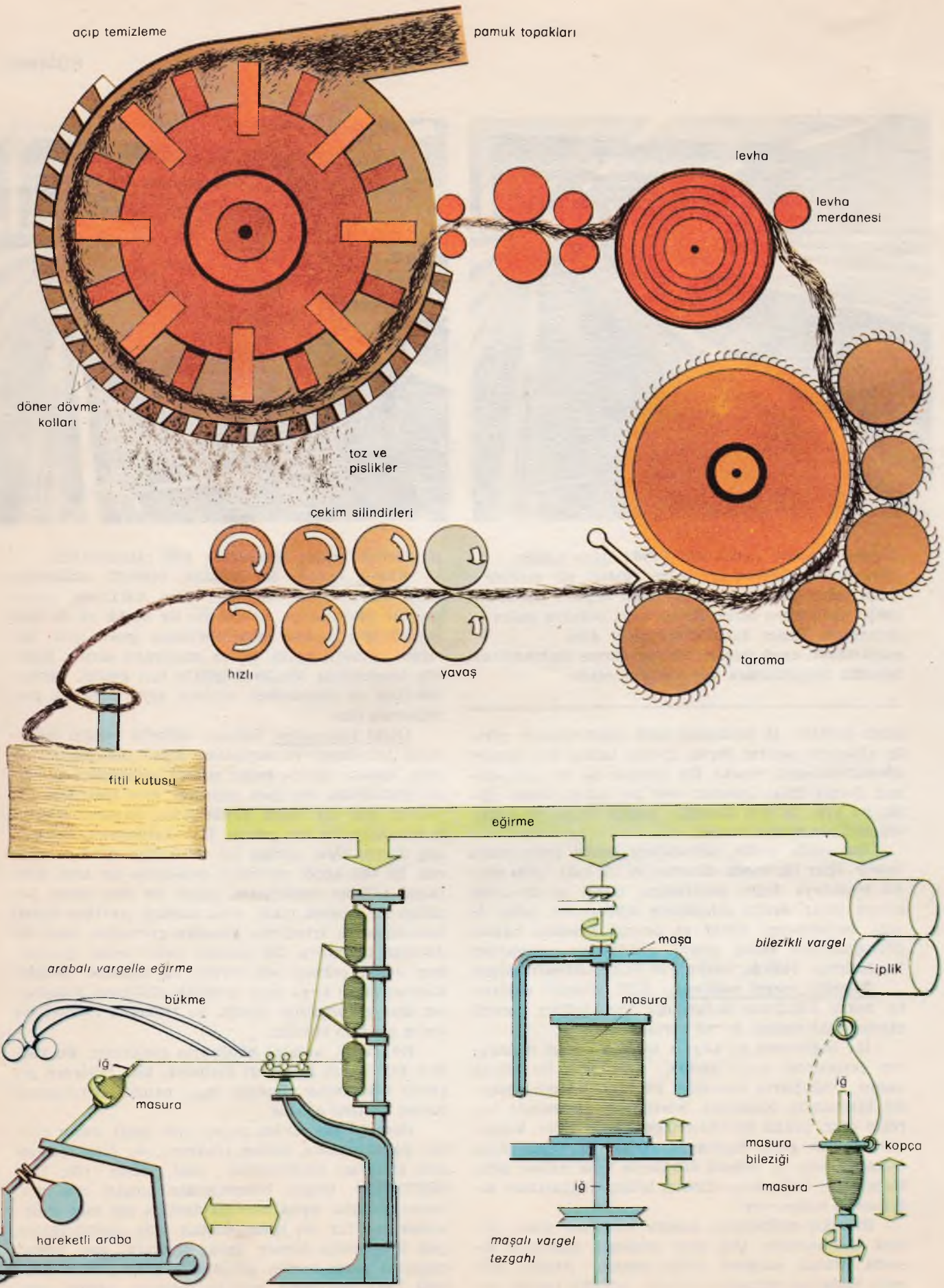
Bilezikli makinanın başlıca kullanım alanı, pamuk endüstrisidir. Çok ince ipliklerin yapılması dışında, arabalı vargelin yerini almıştır. Arabalı vargelin kullanım zorluğuna karşılık, bilezikli tezgah, yarı nitelikli işçiler tarafından bile çalıştırılabilir.

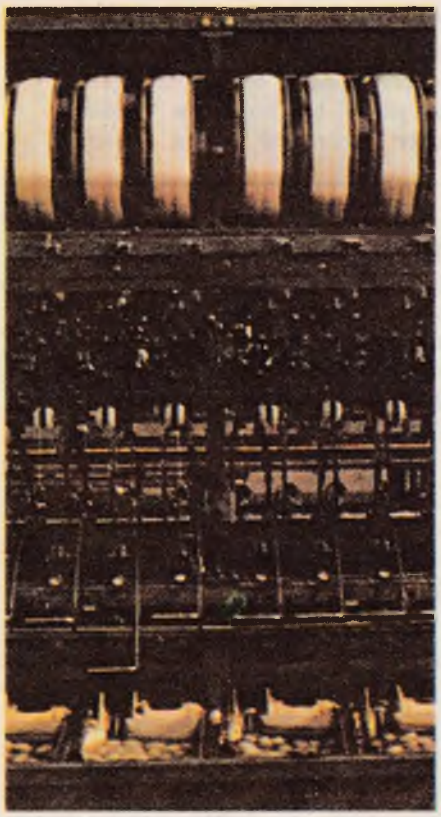
Kaseli vargel: Bu makina, bilezikli makinayla aşağı yukarı aynı zamanda, gene A.B.D'nde bulunmuştur. Masuralara, hareketsiz bir başlık ya da *kase* geçirilmiştir. Çekim silindirlerinden gelen iplik, kasenin altından geçip, dönen masuraya sarılır. Kasenin kenarlarına sürtünen ipliğin hızı kesilir. Böylece bükülme ve masuralara sarılma, aynı zamanda gerçekleşmiş olur.

Öteki yöntemler: Eğirme, «liflerin çekilip uzatılması, bükülmesi ve sarılması» diye tanımlanmıştır. Ama, bunun dışında kalan eğirme yöntemleri de vardır. Bunlardan biri ipek «eğirme», yani ipekböceğinin yaptığı iştir. Bu böcek, gövdesinden, havanın etkisiyle katılaşan bir sıvı çıkarır. Sıvı katılaşınca, kesiksiz, son derece ince, parlak bir tel haline dönüşür. Böcek, bu teli kendi çevresine dolayarak bir koza örer. Doğal gelişme bozulmazsa, belirli bir süre sonra, kozadan bir kelebek çıkar. Ama kelebek çıkarken telleri keseceğinden, krizalitler kozadan çıkmadan önce öldürülür. Uzunluğu, 100 metreyi bulan teller, kozalardan, «*iplik çekme*» adı verilen bir sistemle çözülür. Kozalar, önce sıcak suya atılarak çözülmesi kolaylaşsın diye yumuşatılır. Sonra, bu tellerden birkaçı bir araya getirilip bükülür.

Ne var ki, kozalar bütünüyle çözülemez. Bu yüzden, geri kalan kesimleri kesilerek, kısa tellerden yığınlar oluşturulur. Bunlar, tıpkı pamuk eğirilmesine benzer ilkelerle eğirilir.

«Reyon» adı verilen yapay ipek ipliği, insan elinden çıkma naylon, terilen (dakron), vb. öteki iplikler gibi, kimyasal maddelerden elde edilir (Bk. LİF, SENTETİK). Çeşitli bileşenlerden oluşan çözeltiler, basınç yoluyla, «*iplik borusu*» denilen çok ince deliklerden geçirilir. Bu işlem, baştan sona ipekböceğinin ipek üretmesine benzer. İpliği oluşturan sıvı, uygun kimyasal maddelerden geçirilerek katılaştırılır. Sentetik iplik üretimine, aslında «eğirme» yerine, «en-


açıp temizleme
pamuk topakları
levha
levha merdanesi
döner dövme kolları
toz ve pislikler
çekim silindirleri
hızlı
yavaş
tarama
fitil kutusu
eğirme
arabalı vargelle eğirme
bükme
iğ
masura
hareketli araba
maşa
masura
iğ
maşalı vargel tezgahı
bilezikli vargel
iplik
iğ
masura bileziği
kopça
masura



Bu sarma makinasının (üstte) hammadde kaynağı, resmin altında görülen ipekböceği kozalarıdır.

Yapay liflerden oluşan fitilden doğrudan iplik üreten, modern bilezikli eğirme tezgahı. (sağda) Çekim silindirleri açıkça görülmektedir. Bilezikli tezgahın çeşitli modelleri, günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bükme işleminden önce, liflerin temizlenmesi ve düzeltilmesi gerekir. (solda) Pamuğun içindeki çekirdekler, bir çırçır makinasında ayrılır, sonra pamuk dövülerek iyice temizlenir. Bu aşamada pamuk, ince bir levhaya aktarılır. Bu levhadan da bir silindirle alınarak, tarama aşamasından geçer. Tarama, lifleri birbirine paralel duruma getirir. Sonra lifler, çekim silindirleriyle inceltilerek fitil haline getirilir. Çekim işlemi, fitili daha da inceltmek için birkaç kez yapılabilir. Sonra fitil, gösterilen üç yöntemden herhangi biriyle bükülür.

jeksiyon» demek daha yerinde olur. Tellerin, kısa kısa kesilip, bilinen yöntemlerle eğirildiği üretim biçimleri de vardır.

EİDOFOR

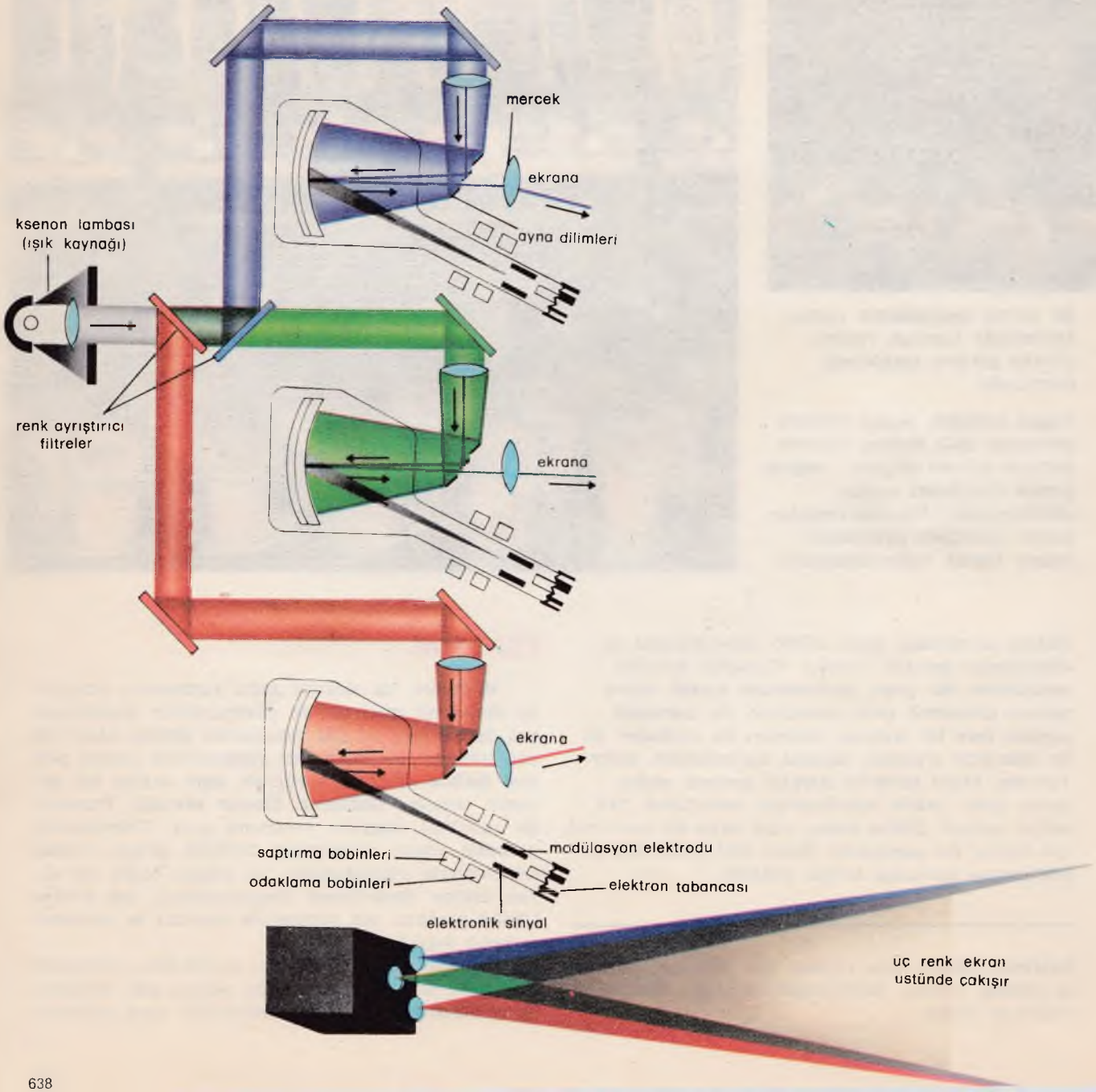
«Eidofor», bir elektrik alanı yardımıyla, yüzeyinde denetimli mikroskobik düzensizlikler oluşturulan, son derece ince bir yağ tabakasına verilen addır. Bu yağ tabakası, bir televizyon görüntüsünü sinema perdesi üstüne aktaran, karmaşık, ama dahice bir sistemin temelini oluşturur. *Eidofor* sözcüğü, Yunanca'da «görüntü taşıyıcı» anlamına gelir. Televizyonda görüntü, tüpün yüzeyindeki fosforlu ekrana çarpan elektronlarla oluştuğundan, bu resmin başka bir ekran üstüne düşürülmesi (projeksiyonu), çok zordur. Çünkü görüntü, ışık yardımıyla oluşmaz ve yeterince aydınlık değildir.

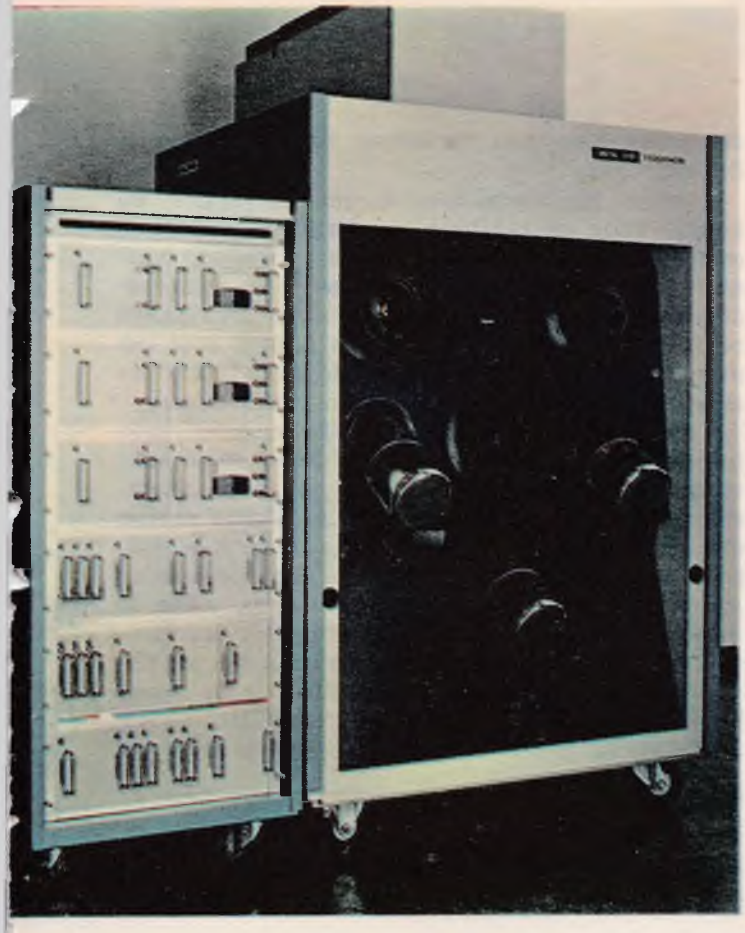
Çalışma ilkeleri: Eidofor sisteminde, televizyon sinyalleri, televizyon alıcısında olduğu gibi yükseltilir ve elektron tabancasına gönderilir. Ama elektron-

lar, fosfor kaplı ekrana gönderileceği yerde, eidofor yağ tabakasının üstüne düşürülür. Bu elektron bombardımanı, tabaka üstünde ELEKTROSTATİK yük bölgeleri oluşturur. Bölgeler birbirlerini iterek, yağ tabakasının çok ince bir mercek ya da ayna gibi (bu özellik, tabakanın saydam cam ya da yansıtıcı yüzey üstünde bulunmasına bağlıdır) bükülmesine yolaçarlar. Böylece, televizyon ekranındaki resmin bir eşi oluşur. Yağ tabakası yavaş yavaş döndürülerek, gelen elektron demetinin hep yeni bir yüzeye etkimesi sağlanır. Televizyon sistemlerinin tersine, elektron demetinin şiddeti değişmez. Bunun yerine, demet, sinyalin şiddetine bağlı olarak odaklanır ve dağılır. Görüntü üstündeki parlak bir nokta, iyice odaklanmış bir elektron demetiyle gösterilir. Bu durumda yüzey, en bükük biçimini alır. Elektron demetinin altından çıkan tabaka, çoğunlukla yükünü ve «resmi» yitirir. Yeniden demetin altına girmeden önce, bir bıçakla iyice düzeltilir. Bu düz yüzey, hiç bir resim vermez.

Söz konusu değişken mercekle ya da aynayla.

Renkli eidofor çizimi. (altta) Lambadan gelen ışık, televizyonlarda olduğu gibi, filtrelerle üç renge ayrılır. Her renk, eidofor aynaya düşürülür. Işık oradan, ya geldiği yönde geri yansır ya da yağ tabakası yüzünden saparak, aynanın dilimlerine takılmadan çıkar. Ardından, projeksiyon merceği yardımıyla ekrana düşürülür. Resimde, her renk için bir tek ışın gösterilmiştir.





ekrana yansıtılabilecek güçlü bir ışık demeti denetlenebilir. Bu, değişik yöntemlerle sağlanabilir. Ama, yöntemlerin tümünde, eidofor tabakadan geçen ya da yansıyarak biçimlenen ışığın dışında, bütün ışınları tutan dilimli bir ekran ya da ayna bulunur.

Bir eidofor aynasında, her biri 13 mm genişliğinde altı dilim yeralır. Yarı açık bir jaluzinin levhalarına benzeyen bu dilimler, 45 derece açıyla dizilmiştir. Çoğunlukla ksenon ark lambası gibi bir ARK LAMBASI'ndan oluşan ışık kaynağından gelen ışık, bu dilimlerden yansıyarak eidofor yüzeyine düşer. Bu yüzeyde sapmazsa, dilimlere geri yansır, ama bunları aşıp dışarı çıkamaz. Ne var ki, elektron demeti yüzünden küçük bir sapma oluşmuşsa, ışık, dilimlere takılmadan geçer ve bir projeksiyon merceği yardımıyla ekrana düşürülür. Söz konusu ekranın büyüklüğü, sinema perdesi kadar, yani 9x12 metre boyutlarında olabilir.

Renkli resim: Normal renkli televizyonlarda, üç ayrı elektron tabancası bulunur. Bunlar, ekrandaki kırmızı, mavi ve yeşil fosforlara yöneltilmiştir. Büyük ekranlı sistemde de, üç ayrı elektron tabancası ve eidofor kullanılır. Bunların her biri, bir tek renkte görüntü oluşturur. Üç ışık kaynağını aynı zamanda ayarlamaktan kaçınma amacıyla, bir tek ark lambası kullanılır; ama ışık, renk ayrıştırıcı (dikroik) optik FİLTRE'lerle üç renge ayrılır. Daha sonra bu renkli ışıklar, ilgili eidoforlara gönderilir ve ekranda yeniden birleşerek renkli görüntüyü oluştururlar.

Eidofor, televizyon sinyalinin, bilgisayar çıkışının ya da bir başka dinamik kaynağın, geniş ekran üstünde görüntüsünü oluşturmanın yollarından biridir. Oluşan resmin, gelen sinyale gerçekten uyması ve gecikmeden, aynı anda görüntüleri yansıtması gerekir. Eidoforun en büyük üstünlüğü, tam anlamıyla elektronik yoldan denetlenebilmesidir. Sisteme kumanda eden ortam, serbest elektron demetidir. Öte yandan, bu sistemin merkez bölümünün yalıtılması ve yüksek vakumda çalışması gerekir. Eidofor üstündeki çalışmalar, normal atmosfer basıncında çalışmasını sağlamaya ve aygıtı yalınlaştırmaya yöneliktir. Geniş araştırma programlarında, çeşitli ekranlar geliştirilmeye çalışılmaktadır: Elektroışık ekranlar; SIVI BİLLUR'lu ekranlar; bütünleşik ışık sistemli (çoğu ışık veren çeşitli türden diyotlardan yararlanan) ekranlar; lif optiği yardımıyla çalışan ekranlar.

Renkli eidofor makinası. ***(solda üstte)*** *Kapaklı üç parça, her biri bir renk için olan elektron tabancalarını içermektedir. Her sistemde, biri çalışmadığı zaman ötekilerden birinin birkaç saniyede onun yerine geçmesini sağlayan, üç ayrı birim vardır. Her tabancanın üstünde, o rengin merceği yeralır. Üç sistem için de 2,5 kW'lık aynı lamba kullanılır.*

Eidoforun kullanımı. ***(solda altta)*** *Geleneksel kara tahta ile projeksiyonun yerini almakta olan bu sistem, spor gösterilerinin sergilenmesinden, ameliyat ve konferanslara kadar çeşitli alanlarda kullanılabilir.*

EİNSTEİN ALBERT (1879-1955)

GÖRECELİK (ya da BAĞILLIK) kuramıyla tanınan kuramsal fizikçi Albert Einstein, 1879 yılında Almanya'nın Ulm kentinde doğdu. Eğitimine Münih'te başlayıp liseyi İsviçre'de tamamladı. O yıllarda sıradan bir öğrenciydi. 17 yaşında, o zamana kadar pek ilgilenmediği matematik konularına eğildi ve Zürich politeknik okuluna girdi. İsviçre'nin liberal ve ılımlı havasını kendine uygun bulduğundan, 1901' de okulu bitirince İsviçre vatandaşlığına geçti.

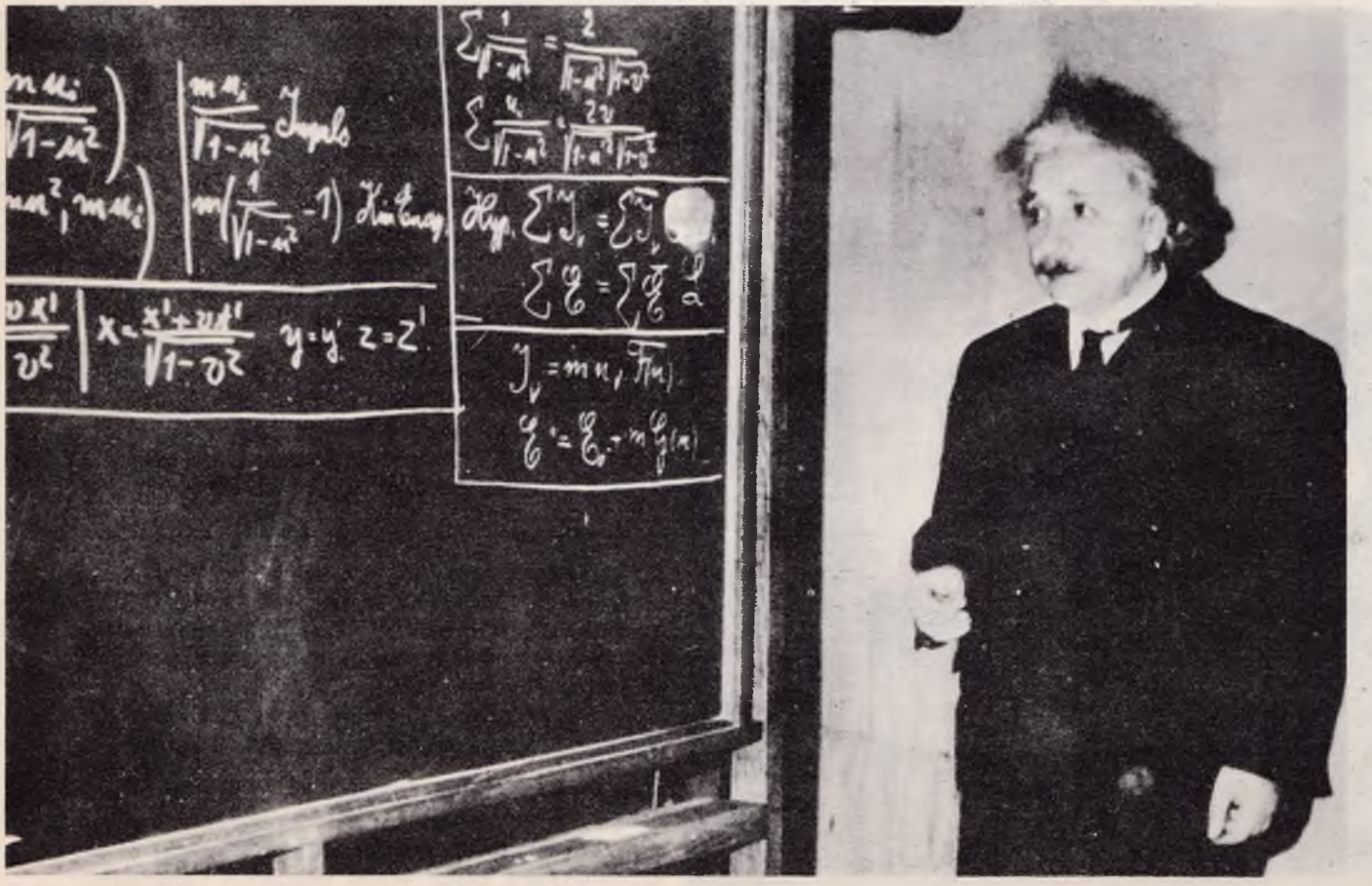
Politeknik okuluna öğretmen olma amacıyla giren Einstein, okuldan sonra iş bulmakta zorluk çekti. Bern patent bürosunda çalışmaya girdi. 1905'te Zürich üniversitesinde, fizik doktorasına başladı. O yıl, her biri ayrı bir doktora tezi olabilecek, 3 makale yayınladı. Ama, düşünceleri, fizikçilerin çoğunca anlaşılamadığından, hemen benimsenmedi.

Bu makalelerin tümünde, deneysel bilimlerin sağlam ilkeleri ile yeni düşüncelerin bağdaştırıldığı görülmekteydi. Bunlardan biri, göreceliğin «özel kuramı»ydı. Söz konusu kuram, 1915'te göreceliğin «genel kuramı»yla son biçimini aldı. Görecelik kuramı, fiziğin dayanmakta olduğu temelleri bütünüyle değiştiriyordu. Deneyler sonucu, ışık hızının, ışık kaynağı gözlemciden ister uzaklaşsın, ister yaklaşsın, değişmediği anlaşılmıştı. Ama bu gerçek, Newton mekaniği ile çelişiyordu.

Çelişki, Einstein'in «özel kuramı»yla çözüldü. Bu kuram, kütle ile enerjinin eşdeğerliliğini gerektiren yeni bir mekanik yorum getiriyordu. Einstein, maddenin enerjinin, enerjinin de maddenin bir biçimi olduğunu söyledi. Bu ilişki, ünlü $E = mc^2$ denklemiyle belirtildi. Denklemde E enerjiyi, m kütleyi, c de ışık hızını gösterir. Küçücük bir madde, aslında dev bir enerji kaynağıdır. Atom enerjisinin temeli budur.

Einstein, 1905'te yayımlanan öteki makalelerinde, fotoelektrik olayı (bununla 1922'de Nobel ödülü aldı) ve Brown hareketlerini açıklamaya çalıştı. Fotoelektrik olayı çalışması, çağdaş fizikte bir dönüm noktası oldu. Işık etkisiyle iyonlaşmanın açıklığa kavuşmasının yanı sıra, ışığın paketlerden yani fotonlardan (ışıközü) oluştuğu ortaya kondu. Böylece, ışığın da madde gibi, kuvantum özelliği taşıdığı anlaşıldı. Einstein'ın fotoelektrik olayı açıklamasından beş yıl önce, Niels Bohr, elektronların enerjilerinde de benzer bir kuvantumlaşma olduğunu göstermişti. Böylece KUVANTUM KURAMI gelişmeye başladı. Görecelik

Prof. Albert Einstein 1934'te Carnegie Teknoloji Enstitüsü'ndeki Amerikan Bilim Geliştirme Derneği'nde ders verirken.



ve kuvantum kuramları, XX. yüzyıl fiziğine yapılmış katkıların en önemlileridir.

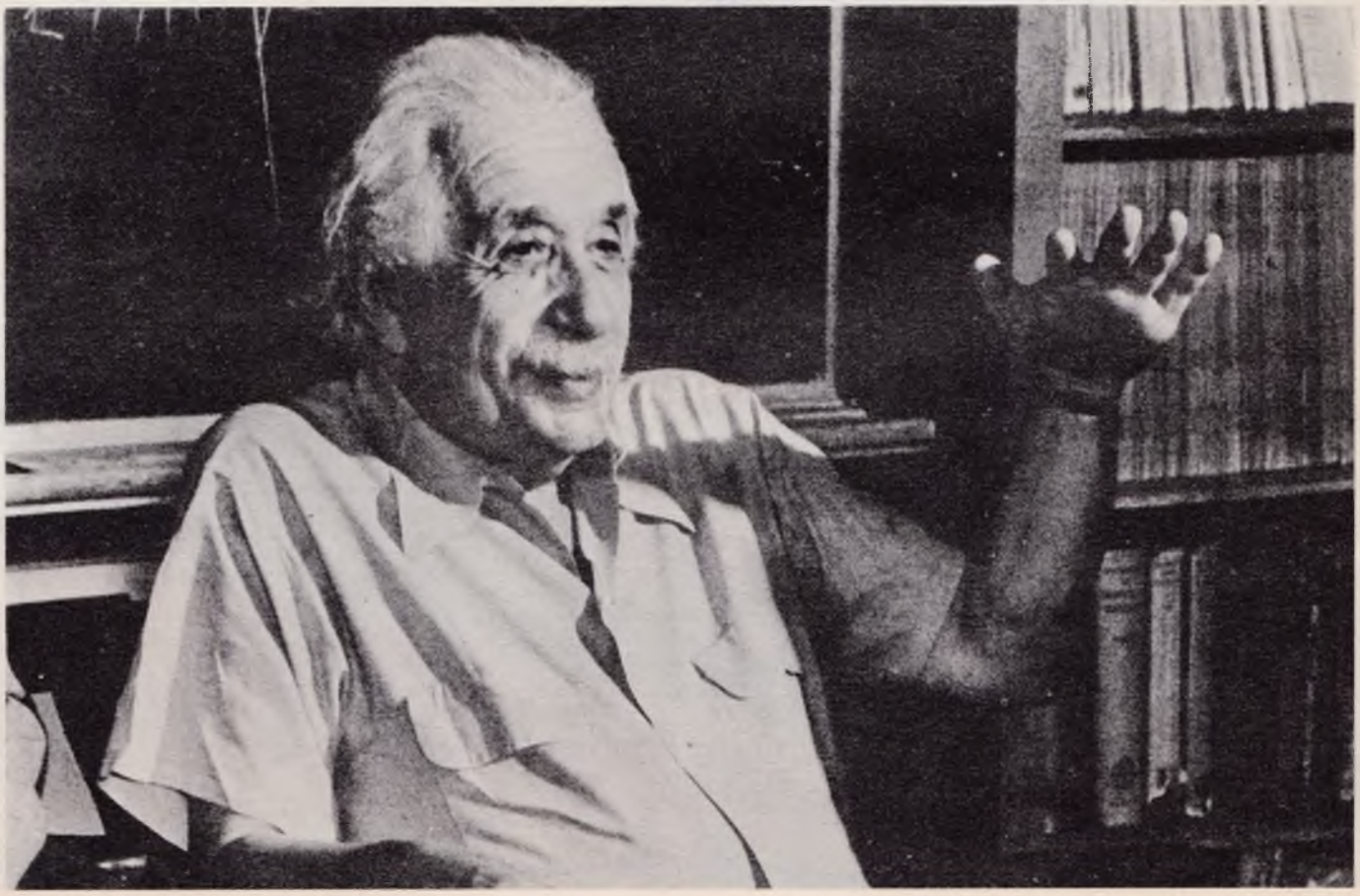
Brown hareketi adı verilen ve XIX. yüzyılda İskoç doğabilimcisi Robert Brown tarafından gözlenen sıvı içindeki küçük toz taneciklerinin yaptığı zikzak hareketi, bilim adamlarını şaşırtıyordu. Einstein, bu olayın, sıvı molekülleri ile mikroskobik tanecikler arasındaki milyonlarca çarpışmadan kaynaklandığını belirtti. Atom kuramının ilk kez gözle görülür bir olayı açıklamasından ötürü, bu açıklama, fiziğin gelişmesinde önemli bir adım sayılır.

Einstein, daha sonraki yılları uzay ve zaman kavramları üstünde çalışarak geçirdi. Bu arada çeşitli Avrupa üniversitelerinde dersler verdi. Bern Üniversitesinden, 1909'da Zürich Üniversitesi'ne, 1910'da da Prag Üniversitesi'ne gitti. 1912 yılında İsviçre'deki Politeknik okuluna döndü. 1913'te Berlin'e yerleşti. Berlin'deyken Prusya Krallık Bilim Akademisi adlı araştırma enstitüsüne seçildi. Ünlü Kaiser Wilhelm Enstitüsü'nün müdürlüğüne getirildi. Bu arada göreceliğin «genel kuramı»nı yayımladı. Bu çalışma, göreceliğin «özel kuramı»nda ana çizgileriyle beliren kavramların, evrene yeni bir yorum verecek biçimde geliştirilmesini içeriyordu. Kuramda fizik yasaları, uzay-zaman sürekli ortamına indirgenmişti. Kuram, yerçekimi ile elektromagnetizma arasında bir bütünlük kurmaya kadar uzanıyordu. Evrenin bu iki temel kuvveti, o zamana kadar, ayrı ayrı olgular halinde ele alınmıştı. Bu kuramın ilk kanıtı, kısa bir süre sonra görüldü: Bir güneş tutulması sırasında, uzak yıldızlardan birinden gelen ışığın, güneş yakınından geçerken, güneş çekiminin etkisiyle büküldüğü saptandı.

Einstein, bilim adamlarının, gerek düşünceleri, gerek buluşları açısından, toplumda büyük sorumluluklar taşıdığına inanırdı. Birinci Dünya savaşı onu çok derinden etkiledi ve dış dünya ile ilgilenmesini, toplumsal adaletsizliklere eğilmesini sağladı.

1922'de Milletler Cemiyeti'nin «ortak düşünsel çalışmalar» bölümüne seçilen Einstein, 1932-1933 kışında Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nü ziyaret etmek için A.B.D'nde bulunduğu sırada, Hitler'in Avrupa'da güçlenmesi nedeniyle, orada kalmaya karar verdi. 1939'da Almanların atom bombasının temeli olan ÇEKİRDEK BÖLÜNMESİ (fizyon) üstünde çalıştıkları anlaşılınca, Başkan Roosevelt'e ünlü mektubunu yazdı. Bunun sonucunda, Manhattan projesi kuruldu ve A.B.D., ATOM BOMBASI'nı Almanya'dan önce geliştirdi. Einstein (1940'da A.B.D. vatandaşı olmuştu), savaş sırasında, Avrupa'dan kaçanlara yardım eden kuruluşlarda da görev aldı. 1955'te Princeton'da (New Jersey) öldü.

Albert Einstein, İleri Öğretim Enstitüsü'nde bir seminer verirken.



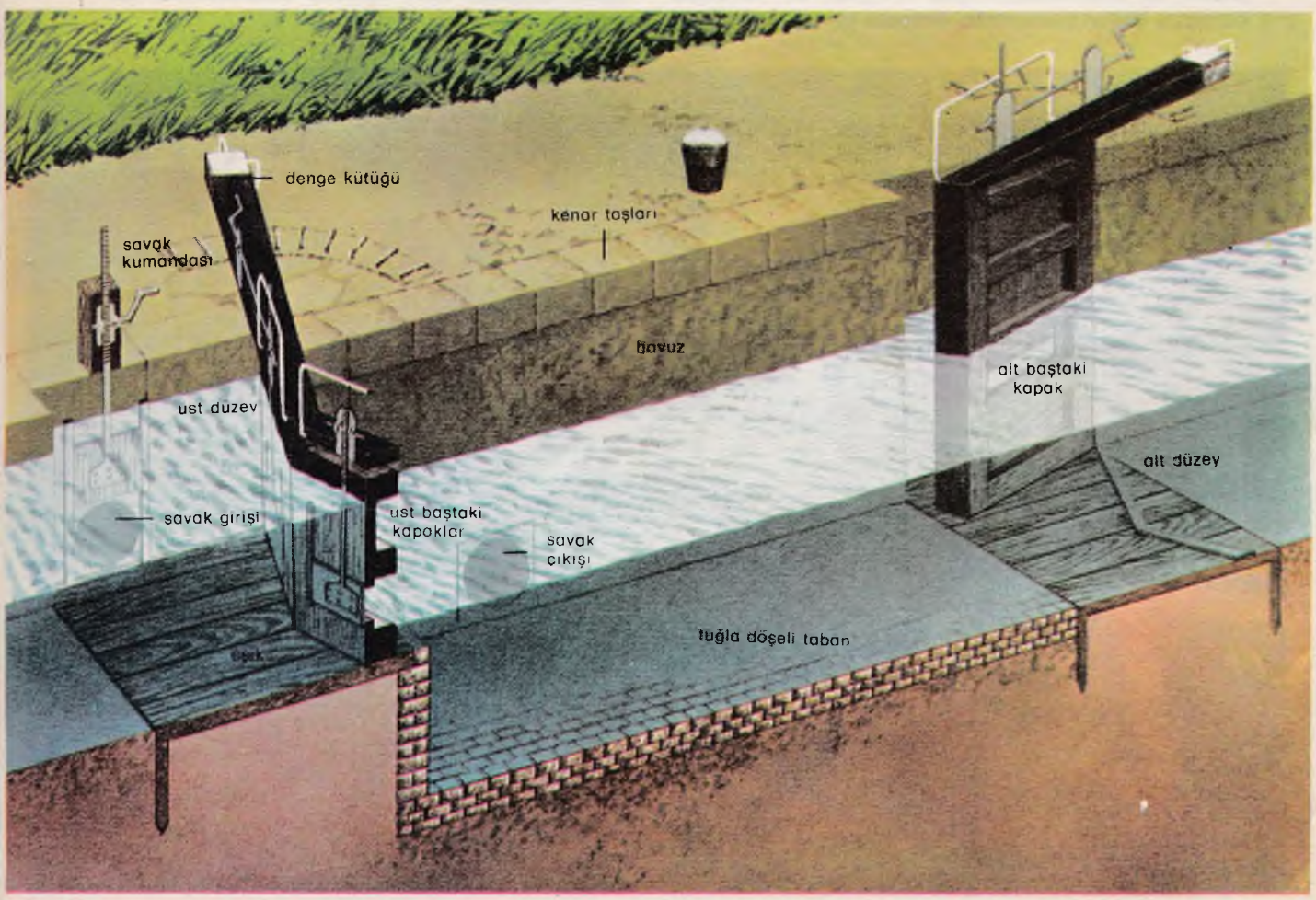
EKLÜZ SİSTEMLERİ

Kanala, ırmağa ya da doka giren bir geminin, bir su düzeyinden, başka bir su düzeyine geçirilmesi gerekebilir. Bunu yapabilecek en yalın araç, bir *eklüz* sistemidir. Eklüz, iki başı hareketli ve su sızdırmaz kapaklarla donatılmış, üstü açık bir kanaldır. Tekne içeri girdikten sonra, kapaklar kapatılır ve eklüzdeki su düzeyi alçaltılır ya da yükseltilir. Bölmedeki su, istenen düzeye ulaştığında, uygun kapak açılarak, geminin eklüzden çıkması sağlanır.

İlk yapılanlar gerçek eklüz sayılmayabilirse de, eklüzlerin, en az iki bin yıllık bir geçmişi vardır. Akarsuların ulaşıma açılmasını engelleyen etkenlerden biri, suyun yeterince derin olmamasıdır. Bu sorun eskiden, genellikle baraj yapımıyla çözülürdü. Gövdesinin bir bölümü hareketli olan bu barajlar teknelerin, akış yukarı çekilmesini ya da akış aşağı sürüklenmesini sağlar.

Bu hareketli bölüme «*taşırma savağı*», bütün yapıya ise «*seyir savağı*» denir. İki ayrı kullanımı vardır: Toplanan su, hem akarsuyun kaynağına yakın kesimlerde derinliği artırır, hem de açılarak, akarsu ağzı yönündeki sığ sularda, araçların hareket etmesine yardımcı olur. Bu tip eklüzler İ.S. 70 yıllarında Çin'de görülmüş; daha sonra, su değirmenleri kanallarında da yapılmaya başlanmasıyla, kullanımları yaygınlaşmıştır. Söz konusu eklüzlerin yapımı, değirmenciler ile gemiciler arasındaki anlaşmazlığı bir ölçüde ortadan kaldırmış, ama gerçek anlaşma ancak, yüksek düzeylerdeki su yitimini kapalı bölmesiyle en aza indiren eklüzlerin uygulanmasıyla sağlanmıştır. Bunun, bilinen ilk örneği, 984 yılında Çin'de yapılan ve iki uçtaki kapakların (günümüzde bunlara «giyotin kapak» denilmektedir) indirilip kaldırılmasıyla çalışan eklüzdür. Avrupa'da ilk eklüz, Hollanda'da 1373 yılında yapılmıştır (bunda da giyotin kapaklar vardı).

Bir kanal eklüzünün kesiti. (altta) Eklüz bölmesini doldurmak için, yukarı baştaki kapaklar açılır, alt kapaklar kapatılır. Bu durumda su, üst kanal düzeyinden içeri akar. Bölme dolduğunda, yukarı baştaki kanatlar açılarak, gemi içeri alınır. Suyu aşağı düzeye getirmek için, yukarı kapaklar ve kanatlar kapanır ve aşağı kapaklar açılarak, fazla suyun aşağı kanala akması sağlanır. Sonra aşağı kanatların açılmasıyla, gemi öteki yana geçer.



Günümüzün eklüzlerinin çoğunda, Leonardo da Vinci'nin XV. yüzyılda Milano'daki (İtalya) bir kanal için geliştirdiği, kapak tipi bulunur. Bu kapaklar, tıpkı kapılar gibi, menteşelerle döner. Çifter çifter birleşerek, ırmağın kaynak yönünü gösteren V'ler oluşturdukları için, bunlara *«mitre (gönye) kapaklar»* denir.

Mitre kapaklar, akarsuyun kaynak yerine doğru açıldığından, kendiliğinden kapalı durur. Kapakların iki yanındaki su düzeyi farklı olduğunda, kapakların kapalı kalmasını sağlayan basınç, en yüksek değere ulaşır.

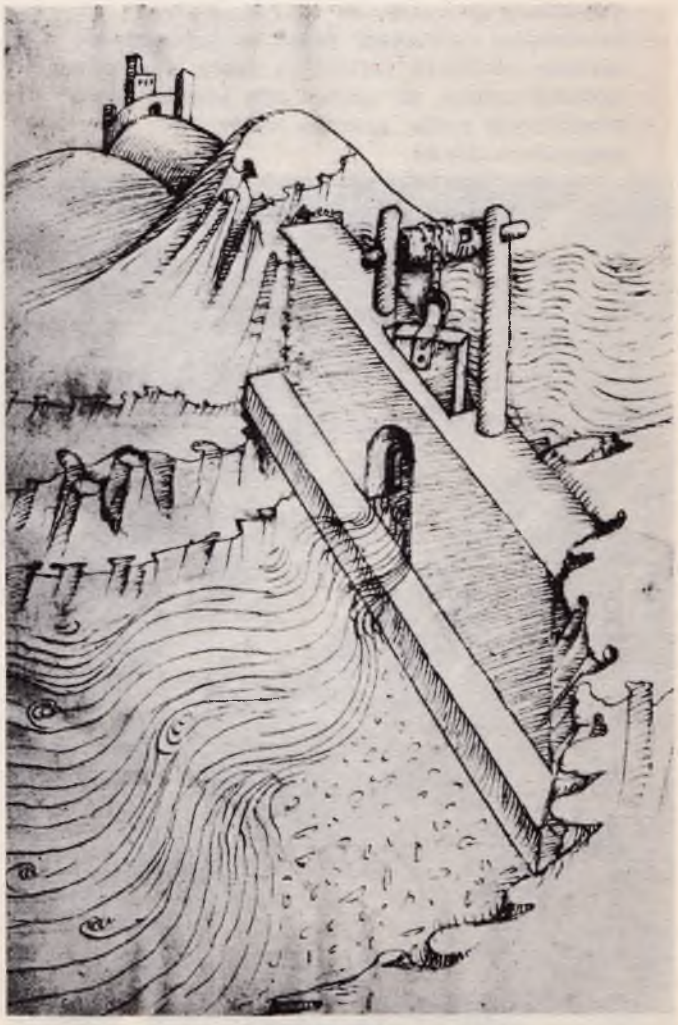
Eski eklüzler genellikle, bütünüyle tahtadan yapılırdı. Daha sonra, taş ya da tuğla bölmeler yaygınlık kazandı. Kapaklar, 50 yıl kadar dayanabilen keresteden yapılır, eklüzleri doldurmak ve boşaltmak için, kapaklara, elle çalışan savaklar yerleştirilirdi. Ama sonradan, savakları kapakların yanından dolaşan kanallara yerleştirmenin daha düzenli bir su akışı sağladığı bulundu.

Dik yokuşların aşılması gereken durumlarda, art arda birkaç eklüz yapılır. Eklüzlerden birinin üst kapağı, ötekine alt kapaklık yapar. Bu tür düzenlemeye, «merdiven» denir. Merdiven eklüzlerin, «iki ba-

Ottawa yakınında (Kanada) Rideau kanalındaki eklüz sistemi ya da «merdiven». (sağda üstte) Mitre kapaklar, kanalın sol yakasında görüldüğü gibi, vinçlerle çalıştırılmaktadır; ama gene de, teknelerin sistemden geçmesi oldukça uzun zaman alır.

Giyotin kapakları gösteren, 1438 yılında çizilmiş bir resim. (sağda altta) Bu, su düzeyini yükseltmek ve denetlemek için yapılmış yalın bir savaktır. Tekneler karadan itilerek geçirilir.

Küçük kanallardaki eklüzler genellikle, elle çalıştırılır. Resimde, Fransa'daki bu tür bir eklüz görülmektedir. (altta)



samaklı»dan (üç kapak takımı), İskoçya'daki sekiz basamaklı dokuz kapak takımlı sisteme kadar, pek çok örneği bulunmaktadır.

Yapılışı: Modern eklüzler, eski tiplerin geliştirilmiş biçimidir. Yapımlarında genellikle beton kullanılır. Kapakları, kaynaklanmış çelik levhalardan yapılır. Kapaklar ve savaklar, hidrolik enerji ya da elektrikle çalıştırılır. Eklüzler, daha büyük araçların girmesini sağlayacak biçimde büyütülünce, kanallardan alınan su miktarı da artmıştır. Bu sorunun üstesinden gelmek için, ya suyu pompalama yöntemine ya da *yedek su havuzu* yapımına başvurulmaktadır. Yedek su havuzu, eklüzden boşalan suların bir bölümünü tutmaya yarayan küçük bir havuzdur. Bu havuza alınan su, daha sonra, eklüzün yeniden doldurulmasında kullanılır. Güneydoğu Avrupa'nın su yollarını, Almanya'dakilere bağlayacak olan «Ren-Main-Tuna» kanallarında, çok sayıda yedek su havuzlu eklüz örneği vardır. Buradaki sistem, eklüz suyunun % 60'ının korunmasını sağlar; eklüzler 190 m uzunluğunda, 12 m genişliğindedir ve su düzeyi farkları 25 m'yi bulur.

Nuremburg'un kuzeyinde Ren-Main-Tuna kanalındaki (Almanya) yedek su havuzunun havadan görünüşü. (altta) Su düzeyi düşürülmek istendiği zaman, su, akarsu ağzı yönüne doğru boşaltılacağı yerde, yandaki havuzlara pompalanmaktadır.

XIX. yüzyıl ortalarında, eklüzler genellikle 9 m'den yukarı çıkmazdı, ama günümüzde düzey farkı, 42 m'yi bulan büyük bir eklüz vardır. Ust-Kamenogorskiy'deki (S.S.C.B.) bu eklüz, 1 600 tonluk gemileri kaldırarak, İrtiş ırmağı üstündeki hidroelektrik barajdan geçmelerini sağlar. 100 m uzunluğunda ve 17 m genişliğinde olan bu eklüzün doldurulup boşaltılması, yaklaşık yarım saat alır. Aşağı kapak tam yüksekliğe kadar uzanmaz; eklüze girecek olan araçların geçtiği bir «tünel»i kapatmak için, düşey olarak hareket eder.

Panama kanalında da büyük eklüzler vardır. Kanalın açıldığı yıl (1914) için önemli bir gelişme sayılan bu eklüzlerde, 25 m'ye varan düzey farkında mitre kapakları vardır ve 300 m uzunlukta, 34 m genişlikteki tekneleri alabilmektedir. Doldurulup boşaltılmaları yalnızca sekiz dakika almaktadır.

Kapaklar: Taş ya da tuğla bölmeler ile ahşap mitre kapakları bulunan ve elle işleyen ilk dok girişi eklüzleri, XVIII. yüzyıl kanal eklüzlerine benzer. Dok girişi eklüzlerinde su düzeyi farkının genellikle 6 m'den çok olması gerekmez; ama büyük gemiler, kapakların çok derin olmasını zorunlu kılar. Günümüzde birkaç tür kapak vardır: Mitre kapaklar (çoğu bu tiptedir); alt kenarından menteşeli asılı kapaklar; raylar üstünden kenarlara çekilen sürgü kesonlar yerine, yüzdürülen yüzer kesonlar. Bütün kapaklar, sonradan betonla doldurulmuş içi boş, kaynaklanmış çelik yapılardır. Çalışmaları için safra gerekli olabilir. Bu da, kapakları yüzdürmek ya da batırmak için, içeri dışarı su pompalayarak sağlanır.

Çok büyük gemiler için, derin su bağlantıları yavaş yavaş kapalı dokların yerini almaktır. Bununla birlikte, çok sayıda dok girişi vardır. Gelgit farkının 4 m'den az olduğu yerlerde, kapalı doklar gereksizdir. Bu yüzden, birçok önemli limanda giriş eklüzü bulunmaz. Eklüzlerin gerekli olduğu dok örnekleri arasında başlıcaları, 372 m uzunluğunda, 45 m genişliğinde eklüzüyle Bremerhaven (Almanya) ve 360 m'ye 45 m boyutlu eklüzüyle Anvers (Belçika) limanlarıdır. Bunların işlemesi için gerekli zaman, eklüzün doldurulmasından çok, büyük gemilerin manevra yeteneğine bağlıdır ve 90 dakikaya kadar çıkabilir. Yüksek düzeyde, uygun bir doğal su kaynağı bulunmadıkça, sızmayla, buharlaşmayla ve eklüze gemi giriş çıkışı sırasında yiten suyun, yeniden doka pompalanması gerekir.

EKMEK YAPIMI

Ekmek, insanın en eski besin maddelerinden biridir. Yapımı, tarımın gelişmesinden bile eskiye dayanır. Bazı yabani tanelerin yenebilir olduğunu anlayan insanlar, çok geçmeden bu tanelerin, iki taş arasında ezilip suyla hamur haline getirildikten sonra ateşte ısıtılmış taşlar üstünde pişirilerek yendiğinde, daha kolay sindirildiğini anlamışlardır.

Bu yöntemle pişirilen ilk tanelerin yabani arpa ile bir tür yabani buğday olduğu sanılmaktadır. Bu tanelerin ikisi de İ.Ö. 5000 yıllarında Ortadoğu'da

ekiliyordu. Sonradan, çeşitli yabani tanelerle melezleştirme yoluyla, daha verimli, başka türler de yetiştirildi.

Ayrıca, ısıyı tutması için, sıcak taşların üstüne bir fırın yapılacak olursa, pişirme işleminin daha etkili olacağı bulundu. İlk fırınlar kilden, yani açık arı kovanı biçiminde yapıldı. Bu fırınların içinde odun yakılıyor ve küller açık yanından dışarı alınıyordu. Ekmek fırına konunca, açık yan sıkı sıkı kapatılıyordu. Fırın soğuduğunda, ekmek de pişmiş oluyordu.

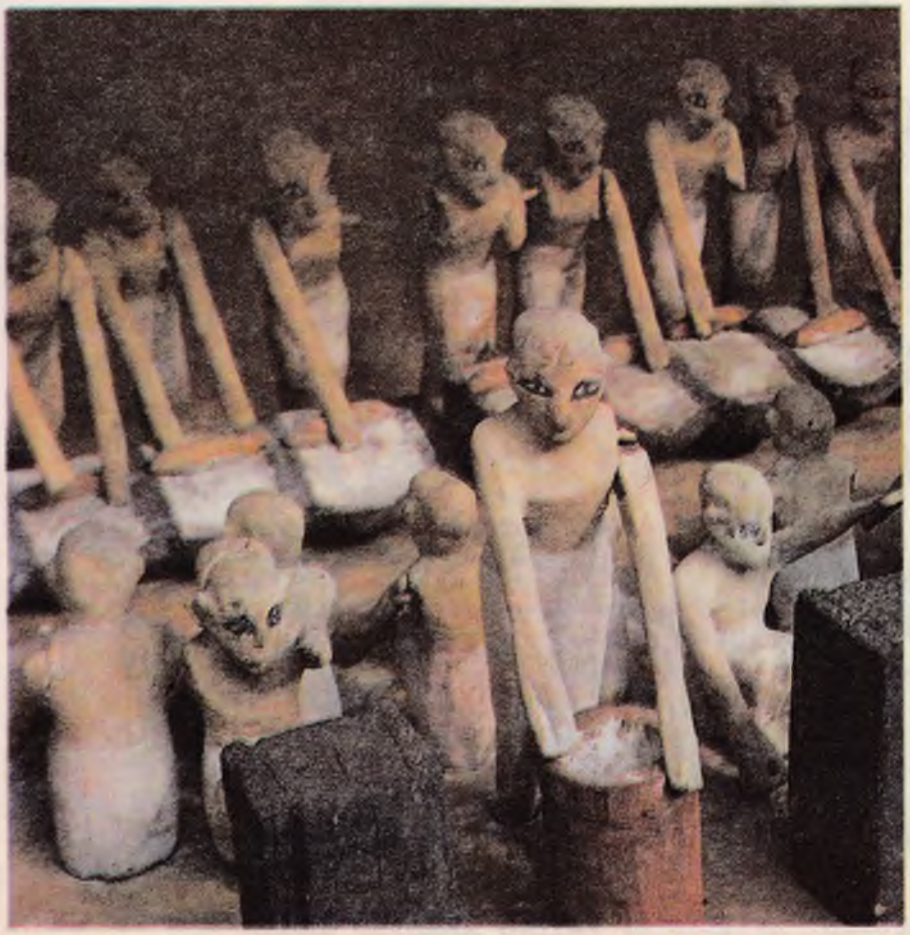
İlk ekmekler *mayasız*dı. Kabartılmayan bu ekmekler yassı ve ağırdı. Daha sonra, *mayalama* bulundu. Mayalama, ekmeğin içinde karbon dioksit kabarcıkları oluşturarak, kabarmasını, hafiflemesini ve gözenekli hale gelmesini sağlayan bir işlemdir. Karbon dioksit gazını veren, unda doğal olarak bulunan ve «maya» adı verilen mikroorganizmadır. Ne var ki, bu mikroorganizmanın, çoğalarak ekmeği kabartacak hale gelmesi için, birkaç gün geçmesi gerekir. Bu yüzden mayalamanın, yeni hazırlanmış bir hamura, eski bir hamur parçasının katılması sonucu bulunmuş olduğu sanılmaktadır. Eski Mısırlılar ve Babilliler mayalı ekmek yaparlardı.

Öğütme işleminin geliştirilmesiyle, daha iyi nitelikli un elde edildi. Başlangıçta taneler, elde tutulan iki taş arasında eziliyordu. Sonradan, taşlardan biri hareketsiz biçimde yere tutturulup öteki onun üstünde döndürüldü. Döndürme işlemi için başlangıçta sığır ya da kölelerden, daha sonra da su ve rüzgar gücünden yararlanıldı.

İlk ekmekler evlerde pişirilirdi. Günümüzde de dünyanın birçok yöresinde evlerde ekmek yapılmaktadır. Babil'de fırıncılığı meslek edinmiş birine ilişkin 4 300 yıllık bir kil tablet bulunmuştur. Roma'da da çeşitli türden ekmek yapılıyordu ve Romalılar, ekmek pişirme tekniğini, ele geçirdikleri ülkelere de yaydılar.

Ortaçağ'da Batı Avrupa'da ekmek pişirme, büyük ölçüde evlerde yürütülen bir sanattı. Bazı ev kadınları, kendi ekmeklerini kendileri pişiriyorlardı. Fırını bulunmayan evlerin ekmekleri de yöre fırınına götürülüyordu. Giderek gelişen köylerde ve kasabalarda küçük fırınlar açılmaya başlayınca, evlerde ekmek pişirme işi de gerilemeye yüz tuttu. Odun ya da kömürle ısıtılan, büyük tuğla fırınlar yapıldı. Bu fırınlara ekmek sokup çıkarma işlemi, 'fırıncı küreği' denilen uzun saplı tahta küreklerle yapılıyordu. Günümüzde de birçok ülkede benzer fırınlar kullanılmaktadır. Fırıncılar, genellikle havagazı, akaryakıt ya da elektrikle ısıtılan, küçük fırınlarda ekmek pişirip satarlar.

Taşla öğütme, 1870'lerde yerini, silindirle öğütmeye bıraktı ve ekmek yapımı için beyaz un kullanılma-



Yan yana yürütülen iki işlemi (ekmek ve bira yapımını) gösteren (solda) Eski Mısır'dan kalma tahta bir model. Arka planda taneler öğütülmektedir.

Pompei'deki bu duvar resminde İ.S. I. yüzyılda bir ekmekçi dükkanı görülmektedir. (altta)

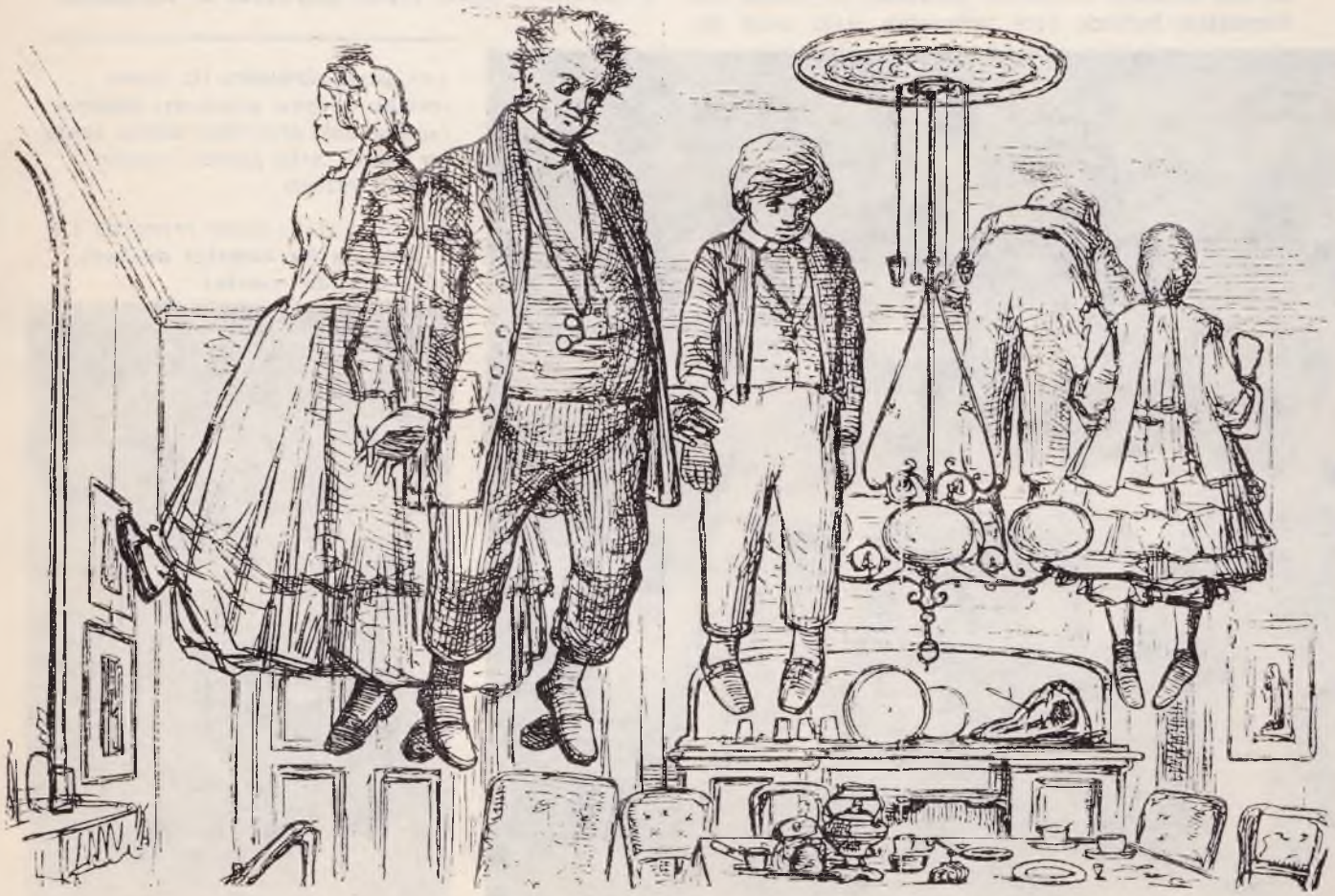
Ekmek, günümüzde de, birçok ulusun ana besin maddesidir. Güney Afrika'daki bir kabile, geleneksel ekmek pişirme yöntemlerini uygular. Burada mısır, Cilalıtaş devrinden beri öğütme taşıyla, elde öğütülmektedir. (üstte)
1860 yılında 'Punch' dergisinde yayınlanan ve günümüzde benimsenmiş ekmek tipi olan «kabarmış ekmek»le alay eden bir karikatür. (altta)

ya başlandı. Silindirle öğütme, elemeden sonra geriye yalnızca kepekli un ya da kaba un bırakan taşla öğütme sisteminin tersine, beyaz un, kepek ve taneyi birbirinden ayıran bir işlemdir. Kepekli un, çeşitli öğütme işlemlerinin karıştırılmasıyla, gene silindir değirmende yapılabilir.

Yüzyıllar boyunca ekmekler, Romalıların kullanmış olduğu un, bal (daha sonra esmer şeker) ve mayalamayı başlatan bir parça ekşimiş hamur, şarap ya da biradan oluşan sulu bir karışımla mayalandı. Zamanla, söz konusu karışımın içinde bulunan maya hücreleri çoğalır ve maya, içine karıştırıldığı hamuru mayalandıracak kadar güçlenirdi.

XX. yüzyılın başında kuru maya ortaya çıktı. Fırıncılar, kuru mayanın daha düzenli bir mayalama sağladığını görünce, yavaş yavaş sulu maya yerine bunu kullanmaya başladılar.

Günümüzde ekmek yapımı: XX. yüzyılın başlarında, makinalaşmanın yanı sıra, bilim ve teknolojide sağlanan ilerlemeler, ekmek yapımında büyük değişiklikler ortaya çıkardı. Karmaşık fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişiklikler, geniş ölçüde denetim altına alındı. Endüstrileşmiş ülkelerde, toplam ekmek gereksiniminin önemli bir bölümünü karşılayan büyük, otomatik fırınlar geliştirildi. Geri kalan ekmek



A RISE IN BREAD-STUFFS!—EFFECTS OF EATING AERATED BREAD.

üretimi ise, küçük fırınlar ve evlerde pişirme yoluyla yürütüldü.

Son on yıl, ekmek yapımında devrim sayılabilecek değişmelere tanık oldu. Yüzyıllar boyunca, hamur, yeni işlemlerden geçirilip pişirilmeden önce, bir süre «dinlendirilirdi». Dinlendirme sonucu hamurun protein yapısı, yayılan gazların etkisi altında, parçalanacak kadar esnek hale gelirdi. Söz konusu protein yapısını, undaki glüten sağlar. Yoğurma ya da karıştırma, glüteni, hamurun her yanına eşit biçimde dağıtır ve ekmeğe en yüksek düzeyde su katılmasını sağlar (ekmek tartıyla satıldığından fırıncılar, içinde çok su bulunmasını isterler). Hamur ile mayanın sıcaklığı ve içindeki tuz ve su miktarı, dinlenme süresi üstünde önemli rol oynar.

Araştırmalar sonucu, hamurun, silindir biçimli kapalı teknelerde büyük bir hızla çevrilmesiyle, dinlenme süresinin birkaç saat yerine birkaç saniyede tamamlanacağı ortaya çıktı. Tekne dönerken, makinalarla işleyen bir ya da iki kol, aşağı yukarı inip çıkarak hamuru karıştırır.

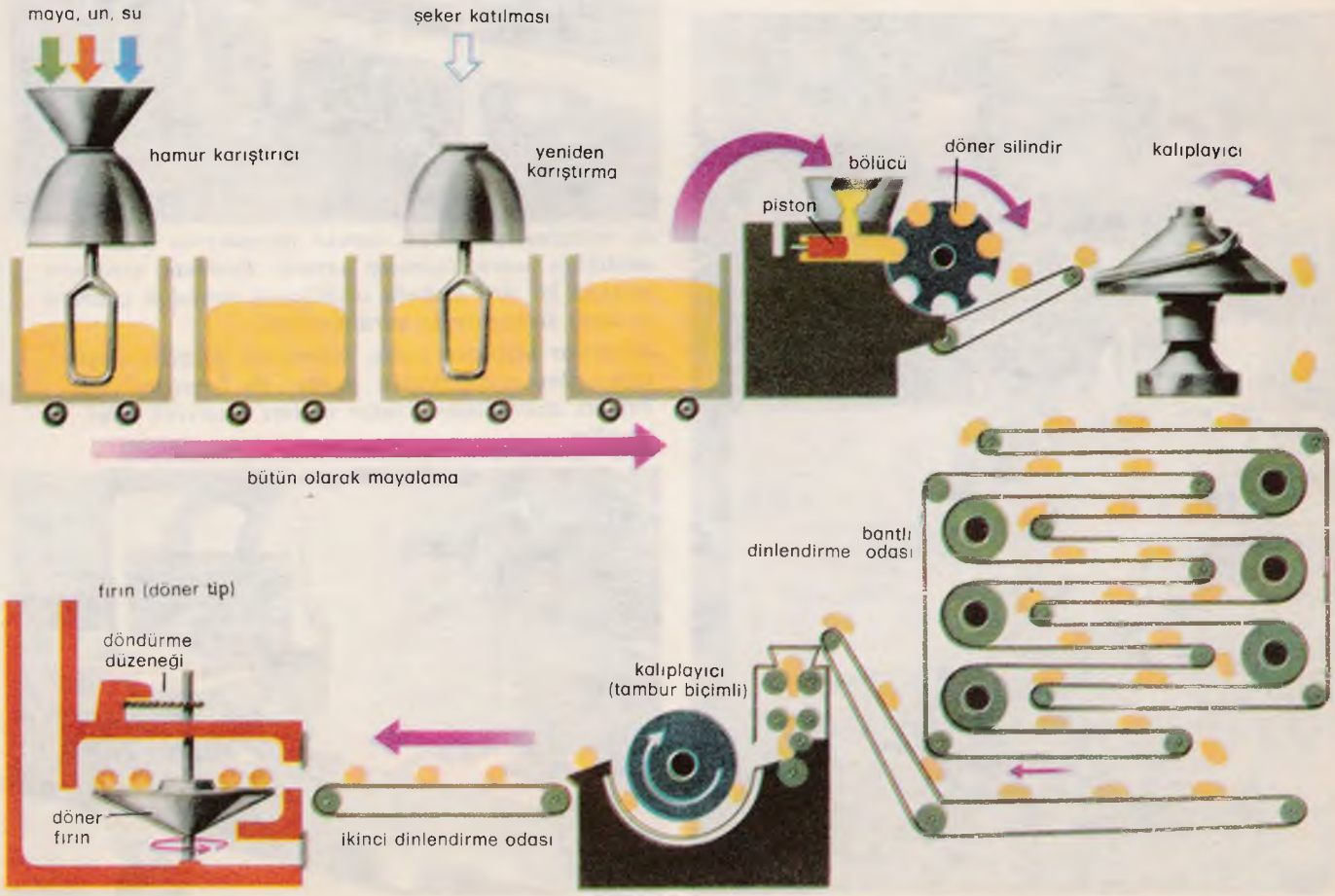
Gene araştırmalar sonucu, toplam mayalanma süresinin, belirli miktarlarda «1-sistein» denilen doğal bir amino asit ile C vitamini (askorbik asit) katılmasıyla, ortadan kaldırılabileceği de anlaşıldı. Günümüzde ekmek, daha çok bu iki yöntemle yapılmaktadır.

Geniş çaplı seri üretim: Otomatik ekmek fırınında ekmek üretimi, bilimsel ve teknik denetim isteyen bir iştir.

Bu işlem, elenmiş unun, çuvallardan ya da depolandığı yerden, karıştırıcıya girmesiyle başlar. Gerekli sıcaklıkta su, önceden belirlenmiş miktarlarda maya, yağ ve ekmek türü ile kullanılan yönteme göre belirlenen maddelerle birlikte, una katılır. Bütün bu maddeler karıştırılarak, hamur haline getirilir.

Bir bütün olarak mayalanması istenen hamur, üstü kapalı bir metal kap içinde, sıcaklığı değişmeyen bir odaya götürülür. Hamur dinlenip istenen kıvama gelince, bir bölücüye getirilip, makinayla iste-

Geleneksel ekmek pişirme işleminin akışını gösteren çizim. (altta) Şeker ve tuz dışında bütün öğeler, bir ön karıştırıcıda karıştırılır. 2-3 saat bekletildikten sonra, şeker ve tuz katılır; hamur yeniden karıştırılıp, gene dinlenmeye bırakılır. Sonra kabarmış hamur, bir bölücü makinada eşit boyda parçalara ayrılıp bir kalıp makinasına verilir. Hamur parçaları, yitirdikleri esnekliği yeniden kazanmaları için, bir ara dinlendirmeden geçirilir. Özel bir kalıp makinası, hamurun biçiminin bozulmasını önleyecek bir merdane sisteminde, somuna yeniden biçim verir. Son bir dinlendirmeden sonra, somunlar pişirilir.



Emici bir aygıtla, tavalara çekilip alınan somunlar (üstte)

Resmin (altta) sağında, yukarda verilen hamuru alıp eşit boyda parçalara ayıran iki bölücü görülmektedir. Solda arkada görülen koni biçimindeki aygıt, parçaları yuvarlar, sonra bir süre dinlenmeye bırakır.

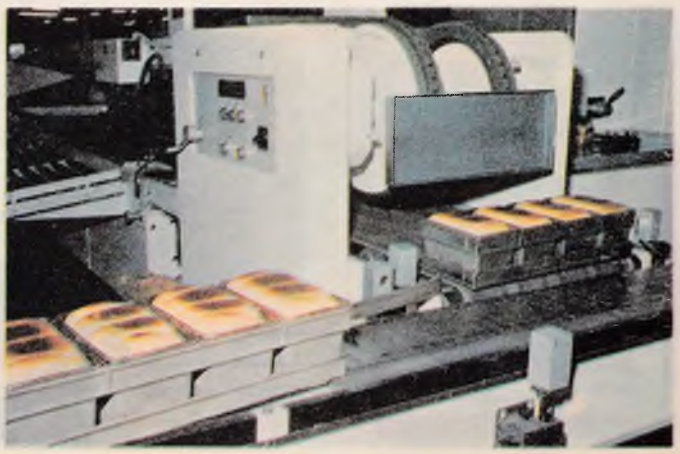
nilen ağırlıkta parçalara ayrılır. Makinayla ya da kimyasal işlemle dinlendirilmiş hamur, doğrudan doğruya, karıştırıcıdan bölücüye aktarılır.

Tartılan hamur parçaları, bantlar üstünde bir kalıp makinasına verilir. Bu makina, hamur parçalarını somun haline getirip, otomatik olarak, sıcak ve nemli bir bölme içindeki sonsuz bir bantta bulunan gözlere atar.

Bir süre, söz konusu gözlerde bırakılan hamur parçaları, başka bir banda aktarılıp ikinci bir kalıp makinasına taşınır. Bu makina da, hamur parçalarına uygun biçim vererek tavalara doldurur. Genellikle dörder dörder birbirine bağlanan bu kaplar, son bir dinlendirme odasına taşınır. Bu odada sıcaklık ve nem oldukça yüksek tutulur. Zamanı ayarlanabilen bir bant üstünde, pişirilmeye hazır hale gelinceye kadar ilerleyen somunlar, tünel biçimli (gaz ya da akaryakıtla ısıtılır) bir fırından ağır ağır geçirilir ve tünelin öteki ucundan pişirilmiş olarak çıkarılır. Fırına girdikten on dakika sonra, protein pıhtılaşmıştır

Bu kalıplayıcı (üstte), hamur parçalarına biçim verdikten sonra, tavalara aktarır. Resimde, tavaların kesiksiz bir dizi halinde makinanın altından geçmesi ve solda doldurulması görülmektedir.

Somunlar pişikten sonra, mıknatıslı bir boşaltıcıyla tavalardan alınır. (altta sağda) Bu boşaltıcı, çelik kapları mıknatıslarla tutar ve ters çevirerek içini boşaltır.



Ekmek, tavalardan çıkarılıp raflara, sonra da ağır ağır ilerleyen bantlara geçirilir. Sıcaklığı, yaklaşık 27°C'a indirilinceye kadar bu bantlarda kalır. Toplam ekmek pişirme süresi, 25-30 dakika arasında değişir. Pişirme sırasında, somunun çevresinde bir buhar tabakası oluşarak, hamuru yalıttığı anlaşılmıştır. Bu sorunu ortadan kaldırma ve pişirme süresini hızlandırma amacıyla, sıcak havanın ekmeğin çevresine püskürtüldüğü «girdaplı ısı» fırınları kullanılmaktadır.

Ekmek, soğuduktan sonra, dilimleme makinasına verilir ve oldukça yüksek bir hızla inip çıkan, dik bir çerçeveye takılmış testere dişli bıçakların altından geçirilir. Sonra, otomatik olarak dilimlerin birbirinden ayrılmasını önleyen levhaların arasına kıstırılıp, paketleme makinasına alınır. Oradan, dağıtıma hazır bir durumda, dilimlenmiş ve paketlenmiş olarak çıkar.

Küçük fırınlar: Küçük fırınlar daha çok, sert kabuklu, çeşitli tipte ekmeklerin yapımıyla uğraşır. Burada da hamur, makinayla yoğurulur. Günümüzde çoğunlukla küçük, hızlı çalışan yoğurma makinaları kullanılır ve mayanın çabuk olgunlaşması için 1-sistein işleminden yararlanılır. Ekmeğin çoğu, günümüzde de elle biçimlendirilir, ama küçük kalıp makinaları günden güne yaygınlaşmaktadır. Silindir biçimli, 'döner' fırınların kullanılmaya başlanmış olmasına karşılık, eski kürekli fırınlar hâlâ yaygındır. Yeni fırınlarda ekmek, tıpkı bir döner kızartma makinasında olduğu gibi, yatay bir eksen çevresine asılmış raflara yerleştirilir. Ekmek pişinceye kadar her raf, fırının içinde birkaç dönüş yapar. Sonra somunlar, teker teker bu raflardan alınır.

EKSKAVATÖR, HİDROLİK

Hidrolik ekskavatörler, inşaat alanında kullanılan yararlı makinalardan biridir. Hendek kazan küçük tiplerden, bir defada 20 tonluk kayaları kaldırabilen dev tiplere kadar birçok türü vardır. Genel amaçla kullanılanların kapasiteleri 1,5-2 ton kadardır. Bazıları lastik tekerlekli, bazıları paletlidir. Küçük modeller, tarım alanında kullanılan TRAKTÖR'lerden türetilir. Ötekiler, doğrudan doğruya kullanılacakları amaca göre planlanır.

Motor ve hidrolik sistem: Hidrolik ekskavatörün güç kaynağı, taşıtlarda kullanılan DİZEL MOTORU'nun uyarlanmış bir türüdür. Bunlarda, alışılmış debriyaj - moment dönüştürücü - vites kutusu sistemi-

Tekerlekli, traktör tipinde bir ekskavatör. (sağda üstte) Hidrolik olarak çalışan destek ayaklar, kazma işlemi sırasında aracın dengesini sağlar. Bunlar, ekskavatör eğimli ve engebeli yerlerde çalışırken de çok yararlıdır. Aracı, eğime karşın yatay tutmaya yararlar.

Paletli ve döner platformlu bir ekskavatör. (sağda altta) Resimde, platform, 90° dönmüş durumda görülmektedir.

nin yerini, yüksek basınçlı yağ pompaları almıştır. Kepçeler çift etkili piston ve silindirlerle çalıştırılır. Paletleriyse, HİDROLİK motorlar döndürür. Tekerlekli araçlarda, ilerlemeyi sağlayan vites düzeneği vardır. Hidrolik sistemi, pompaları pistonlara bağlayan borularda bulunan valflar denetler. Sürücü, bu valfları, kabindeki kol ve pedallarla çalıştırır. Büyük makinalarda, sürücüyü yormamak için, havalı direksiyon bulunur. Yağ basınçları modelden modele değişir: ama genellikle, 105-340 bar arasındadır.

Ekskavatör türleri: Bütün hidrolik ekskavatörlerin ortak yanı, üç ya da daha çok yerinden monte edilmiş olan ve kazma amacıyla kullanılan kepçedir. Traktörden türetilmiş modeller dışında, paletli ve tekerlekli araçların tümünde kepçe, sürücü kabinini, motoru ve öteki donanımları taşıyan *döner platform*un üstüne yerleştirilmiştir. Döner platform, yürütücü sistemi içeren bir düzeneğin üstünde bulunduğundan,her yönde istendiği kadar dönebilir.

Traktörden türetilen araçlarda, kazma düzeneği arkada bulunur ve kepçeyi taşıyan bölüm yana doğru kayabilir. Böylece, kepçenin hareketi kısıtlı olduğu halde, araç, sıkışık yerlerde de etkili biçimde çalışabilir. Bu tip ekskavatörlerin önünde, genellikle hidrolik olarak çalışan bir doldurma kepçesi de bulunur.

Hidrolik ekskavatör, önceleri, yalnızca kazma amacıyla kullanılmıştır. Kazma sırasında, kepçenin ön kenarı toprağa dayanır ve geriye doğru çevrilerek toprakla doldurulur. Sonra kepçe yukarı kaldırılır ve başka bir yere boşaltılır. Boşaltma, kepçenin ters yönde döndürülmesiyle gerçekleştirilir.

Bu araçların kullanım alanını genişletme amacıyla, birçok ek sistem geliştirilmiştir: Hafif ya da ağır maddeler için farklı kepçeler; hendek temizlemek ve otları kazmak için özel düzenekler; döşenmiş taş ve kayaları kırmak için dişler; kazıkları toprağa çakmak için çift çeneli kova; kepçe kollarını uzatmak için özel parçalar; metal parçalarını taşımak için mıknatıs ve tutucular.

Araçta görülen en büyük gelişme, kepçenin geri çekilerek değil, ileri itilerek doldurulmasını ve kazmasını sağlayan *yüz kepçesi*dir. Bu gelişme, alışılmış kepçe kolu sisteminde değişiklik yapılarak sağlanır. Bununla birlikte, makinaların çoğunda kepçeler, pistonlarla birlikte bütünüyle değişebilecek biçimde ya-

Önde yükleme kepçesi, arkada ters kepçesi bulunan tekerlekli bir ekskavatör. (altta) Sürücünün ayrı bir yeri ve ters kepçe ile yüz kepçesini çalıştıran kumanda kolları vardır.

pılır. Yüz kepçeleri, genellikle sert yerleri kazmada, ağır işlerde, maden ve taş ocağı açılmasında kullanılır.

Ters kepçe, en uzak yerlere erişebilecek, derinleri kazacak ve yükseğe boşaltacak biçimde üretilir. Ayrıca, makinanın dengesini bozmaması ve dayanıklı olması için de gerekli hesaplar yapılır. Tekerlekli araçlarda, hidrolik olarak çalışan ve eğimli ya da engebeli yerlerde aracın dengesini sağlayan, destek ayaklar bulunur. Yüz küreği, taşıyacağı yüke yakın olacak biçimde yapıldığından, genellikle toprak düzeyinin altını kazamaz. Bu araçlar, taşıyacakları yükü, yerde ilerleyerek kepçelerine doldurur, 90° ya da 180° dönerek, bir kamyona boşaltırlar.

İkinci Dünya savaşını izleyen yıllarda, hidrolik teknolojisi ilk kez HAFRİYAT MAKİNALARI'na uygulandı ve hidrolik ekskavatörler, kabloyla (çelik halat) çalışan makinaların (sözgelimi, kepçesine halatla kumanda edilen ekskavatör) yerini almaya başladı. Ne var ki bu, ancak küçük ve orta ağırlıkta işler için geçerlidir ve büyük çelik halatlı araçların yerini tutacak ekskavatörler, hâlâ yapılamamıştır.

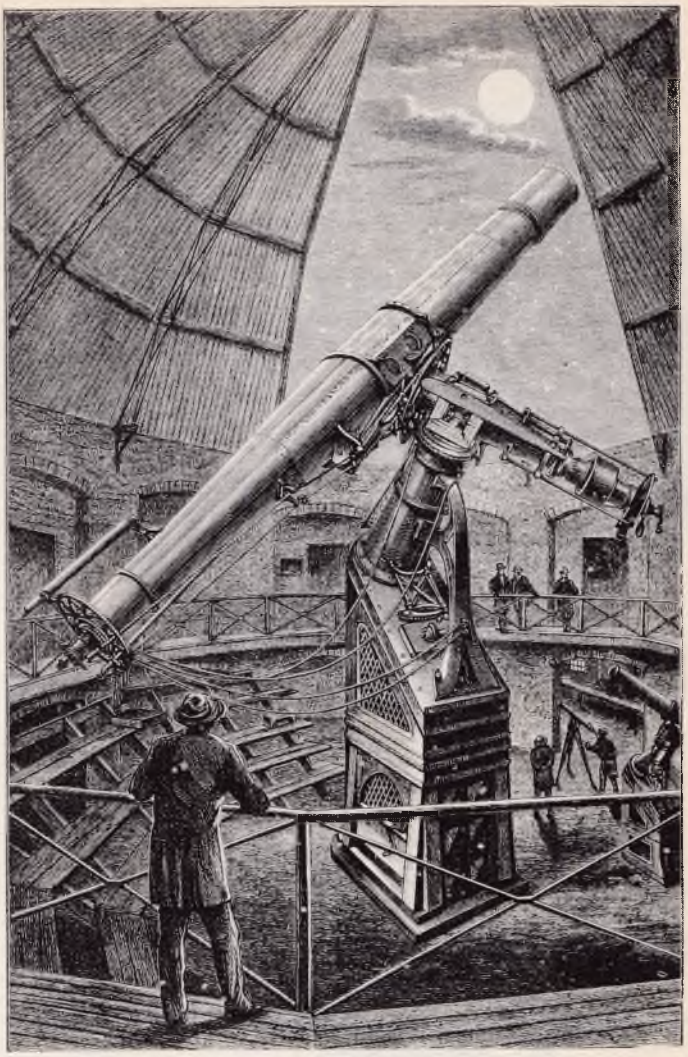
EKSTRÜZYON Bk. HADDELEME

EKVATORAL KURGU

Yıldızların ya da başka gök cisimlerinin izlenmesi sırasında, Dünya'nın dönmesi sorun yaratır. Ekvator ve kutuplar dışındaki yerlerde, Güneş ve Ay dahil, bütün gök cisimleri, ufukla belli bir açı yapan bir düzlem içinde bir yay çizerek yükselir ve batıda, gene ufukla belli bir açı yaparak, batarlar. Bu hareket, yalın bir izleme sistemiyle izlenirse, sık sık düzeltmeler yapılması gerekir. Ayrıca, gözlenen cismin, teleskopun görüş alanı içindeki görüntüsü de ufka göre değişeceğinden, cisim sanki gökyüzünde dönüyormuş gibi bir görüntü verecektir. Bu durum, kısa gözlemlerde önemli olmayabilir; ama birkaç dakikadan çok süren gözlemlerde açıkça belli olur ve uzun pozlu fotoğrafların çekimini olanaksız kılar.

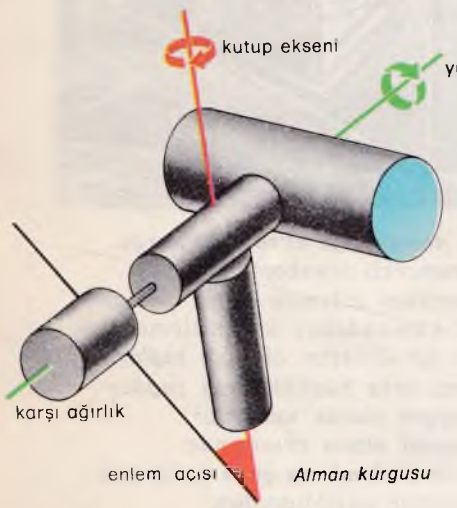
Söz konusu sorunların çözümü, ekvatoral kurgu kullanmaktır. Ekvatoral kurgu, yerin dönme eksenine paralel bir eksenden oluşur. Bu ekseni temel alan teleskop, ayrıca *yükselim ekseni* (deklinasyon) denilen ikinci bir eksene daha bağlıdır. Böylece, gökyüzündeki herhangi bir yöne çevrilme sağlanır. Yerin eksenine paralel olan eksene *kutup ekseni* (polar eksen) denir ve bu eksen çevresinde Dünya'nın dönüş yönüne ters, ama onunla aynı hızda bir hareket sağlanırsa, teleskop uzayda hep aynı cismi izleyebilir.

Kullanılan dönüş hızı, 23 saat 56 dakikada bir tur olarak hesaplanmıştır. Bu, Dünya'nın yıldızlara göre dönme sırasında aldığı zamandır. Dünya, Güneş'in çevresinde yol aldığından, Dünya üstündeki bir noktanın Güneş'e göre dolanım süresi, yıldıza göre dolanım süresinden 4 dakika daha uzundur. Bu da bilindiği gibi, 24 saatlik bir süre alır.

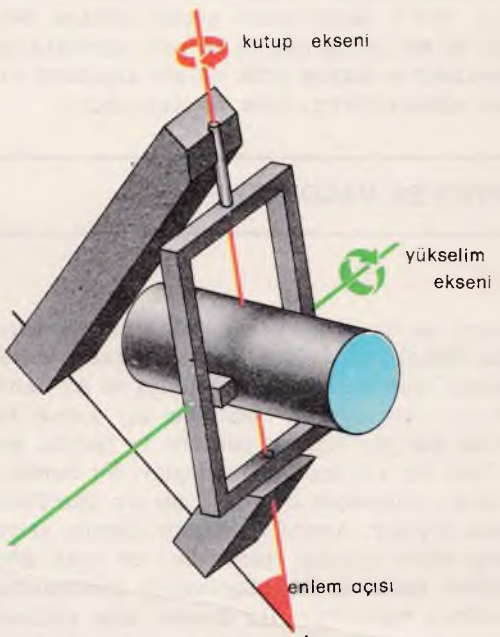


Viyana gözlemevindeki Alman tipi ekvatoral kurgu. (üstte) XIX. yüzyılda mercekli teleskoplar için kullanılmıştır. Göz merceğinin yakınına kadar uzanan doğru açı ve yükseklik kumandaları ile kilitleme kolları, gözlemciye tam bir denetim olanağı sağlar. Çatal yerleştirme sistemi, orta büyüklükteki çağdaş aynalı teleskoplarda yaygın olarak kullanılır. (altta) Sarı çatal, kutupsal eksen çevresinde dönmektedir. Günümüzde gözlemlerin çoğu fotoğrafla ya da fotoelektrik ölçmelerle yapıldığından, teleskoplar uzaktan denetlenebilir.

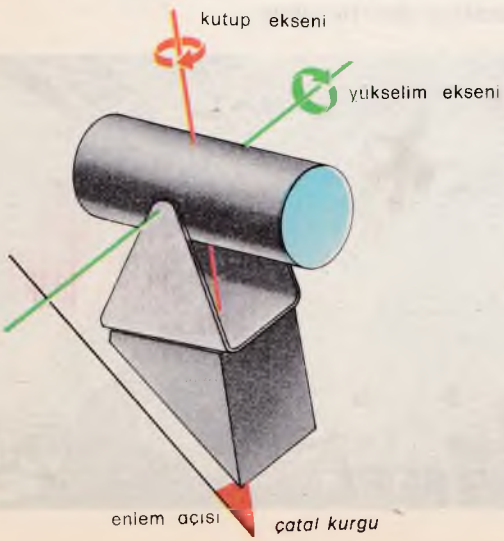
Ekvatoral kurguda, Dünya eksenine paralel bir eksen söz konusudur. Alman kurgusunda ise, yükselim ekseni ile kutup eksenleri birbirinden ayrıldığı için, sisteme, karşı ağırlıklar eklenir. İngiliz kurgusunda karşı ağırlıklar yoktur, ama teleskop Kutup yıldızı çevresindeki yıldızları gözleyemez. Çatal kurgu, İngiliz kurgusunun alt bölümüne benzer ve çok daha az yer kaplar. At nalı tip, İngiliz-Avustralya teleskopuna benzer.



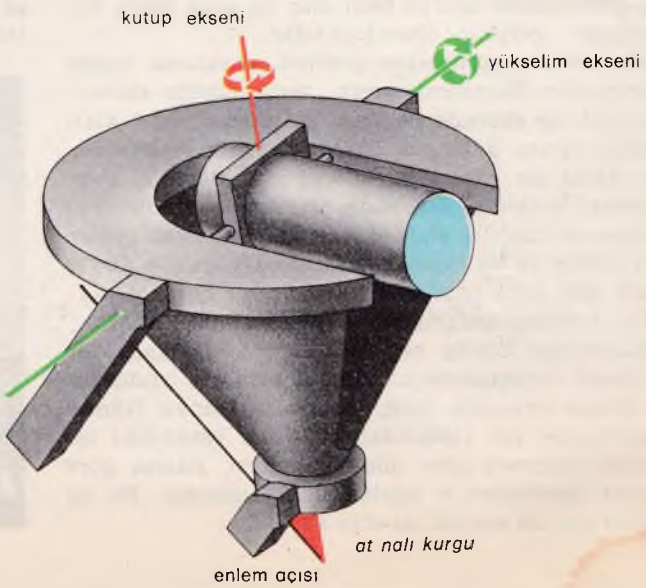
Alman kurgusu



İngiliz kurgusu



çatal kurgu



at nalı kurgu

Gök cisimlerinden Ay, gökyüzünde değişik bir hızla yol alır. Bu yüzden teleskopların iki ayrı izleme hızları bulunması gerekir. Birincisi Güneş ve yıldızların gözlenmesinde, öteki ise Ay için kullanılır. İzleme hızları yaklaşık olarak ayarlanır. Kesin izleme için, teleskopun iki eksenine ağır devirli motorlar eklenmiştir.

İzleme sistemi, eski teleskoplarda olduğunca, bir ağırlığın etkisiyle dönebilen dişli sistem olabileceği gibi, ALTERNATİF AKIM'ın frekansıyla eşzamanlı olarak çalışan bir ELEKTRİK MOTORU da olabilir. Böyle motorlarda hız değişikliği, kaynak frekansının elektronik olarak değiştirilmesiyle sağlanır. Motorun yüksek dönme hızı, bir dişli sistemiyle yavaş harekete çevirilir. Bu nedenle, izleme motorlarının yüksek güçlü olmaları gerekmez. Palomar tepesindeki (Kaliforniya) 5 metre çaplı dev teleskopun izleyicisi, yalnızca 1/12 BG'lük bir motordur.

Ekvatoral kurgunun kesin tasarımı, kullanılacak teleskopun büyüklüğüne ve tipine göre değişir. İyi bir teleskopta şu nitelikler aranır: Gökyüzünün her yanını görmesi; ağırlık merkezinin, teleskopun her konumunda parçalara yük binmemesi için, yatakların üstüne düşmesi; kullanılacak karşı ağırlıkların çok büyük olmaması. Ne var ki, bu koşulların tümü, yalnızca birkaç pahalı sistemde gerçekleştirilebilmiştir.

Kutup eksenini, Dünya'nın ekseni ile çakıştırmak için, teleskop ekseni, kuzey-güney doğrultusunda yerleştirilir ve ufuk düzlemiyle kurulduğu yerin coğrafi enlemi kadar açı yapacak biçimde yönlendirilir. Böylece, kutup ekseni, gökyüzünün kutbuna doğrultulmuş olur. Eksenler üstüne dairesel olarak yerleştirilmiş ölçekler, yıldızların, gökyüzündeki koordinatlarına göre kolayca bulunmalarını sağlar.

EL BOMBASI

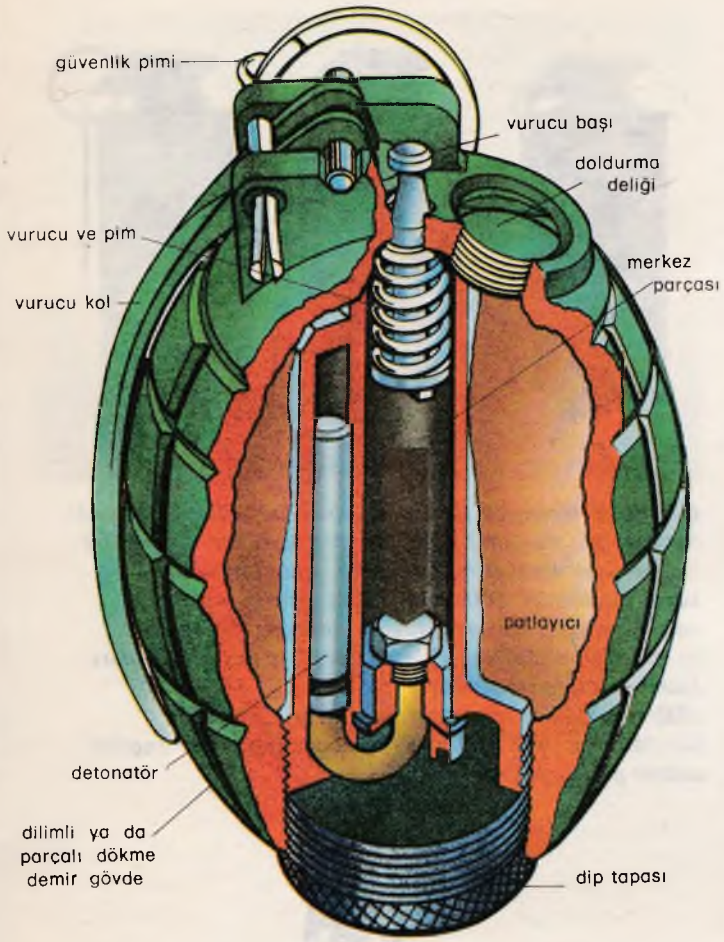
El bombası, yakın savaşta insanlara karşı kullanılan küçük bir bombadır. Çok güçlü PATLAYICI'yla doludur. İlk el bombaları, içleri iri karabarut parçacıklarıyla dolu olan küresel bombalardı.

El bombası, birçok savaşta, özellikle Napolyon savaşlarında ve Kırım seferinde başarıyla kullanıldı, ama 1750'lerden sonra pek görülmemeye başlandı. Daha sonra yeniden ortaya çıkan el bombası, İkinci Dünya savaşında hem Almanlar, hem de Müttefikler tarafından kullanıldı. Birinci Dünya savaşı sırasında ve onu izleyen yıllarda, el bombalarında önemli gelişmeler gerçekleştirildi. Özel silahlarla ve bazı yaylı tüfeklerle atılan el bombaları yapıldı. Günümüzde el bombaları, oldukça uzaklara atılabilmektedir. Ayrıca parça etkili (şarapnel etkili), zırh delici, sis yapan, göz yaşartan, işaret fişekli ya da aydınlatıcı bombalar yapılabilmektedir.

Yapım: XIV. ve XV. yüzyıllarda el bombaları, ağaç kabuğu, cam, kil ya da benzeri topraktan yapılırdı. İçleri karabarutla doldurulur ve bir metalden yapılan kıvrılmış ince bir boru içine yerleştirilmiş bir fitille ateşlenirdi. Bu el bombaları, patlama ve şok

Öldürücü olmayan üç tip el bombası. (üstte) Soldaki bomba, bir sis bombasıdır ve çok kısa bir sürede bir sis perdesi oluşturur. Ortadaki, ayaklanma ve kargaşalıklarda kullanılır ve 25 saniye süreyle rahatsız edici bir gaz yayar. Sağdaki bomba ise, 25-45 saniye süreyle, kırmızı, yeşil, mavi ya da sarı işaret dumanı oluşturur.

1745'te çizilmiş bu resimde (altta), elinde yakılmış bir fitil ve bir el bombası tutan bir İngiliz askeri görülmektedir.



Bir el bombasının kesiti. (üstte) Ateşleme pimi, bir vurucu kolla tutulmaktadır. Güvenlik pimi çıkarıldığında, kol serbest kalır; ateşleme pimi, yayın etkisiyle detonatör kapsülüne çarpar. Böylece, detonatör tapası, patlayıcıyı ateşler ve patlama sağlanır.

etkisinden çok, yangın çıkarma amacıyla yapılmaktaydı ve öldürücü değildi. Bu nedenle, bu tür el bombaları, bir süre sonra yerlerini, küresel ya da silindir biçimli metal gövdeli bombalara bıraktılar.

Metal gövdeli el bombaları, fitilleri nedeniyle, kullanım sırasında tehlikeli oluyordu. Bazen beklenen süreden önce yanıyor ve ana patlayıcıya geçerek, atanın ağır yaralanmasına ya da ölmesine neden olabiliyordu. 1900'lerin başında, daha güvenilir fitiller yapıldı. Ancak, fitilin yanma süresini ayarlama sorunu çözülmemişti. Fitil çok uzun olduğunda, düşman bombayı patlamadan alıp, geriye atabiliyor, kısa olduğunda da, el bombası erken patlayarak, atıcının ölümüne yolaçıyordu. El bombalarının, hedefe burun üstü varmasını sağlamak güç oluyordu. Bu nedenle, çarpma sonucu patlayacak el bombaları geliştirilemiyordu. Bazı el bombalarına, hedefe burundan vurmaları için, saplar ve denge sağlayan bantlar takıldı. Bu el bombalarında kurma işlemi, bomba hedefe doğru yol alırken, küçük kanatçıklar, pervaneler, yaylar ve cayroskop ilkesiyle çalışan kollar yardımıyla yapılmaktaydı.

Günümüzde yapılmakta olan el bombaları, üç ana bölümden oluşur: Yaylı bir vurucunun bir kapsüle çarpmasıyla beş saniyelik bir gecikmeyle patlamayı sağlayan bir tapa ve detonatör; bir güçlü patlayıcı dolgu; tel ya da kabartmalı çelik mahfaza. Bu bombaların ağırlıkları 140 - 500 gram arasında olduğundan, elle yaklaşık 30 m'ye, özel silahlarla da 400 m'ye atılabilirler. Sis yapan, göz yaşartıcı işaret vermek için kullanılan el bombalarında, benzer ateşleme ve atma sistemleri kullanılmasına karşın, bu türlerde dolgu, daha ince saçtan yapılmış yalın kutularda bulunur. Tanksavar el bombalarına, genellikle, zırh delici olduklarından, özel bir biçim verilir.

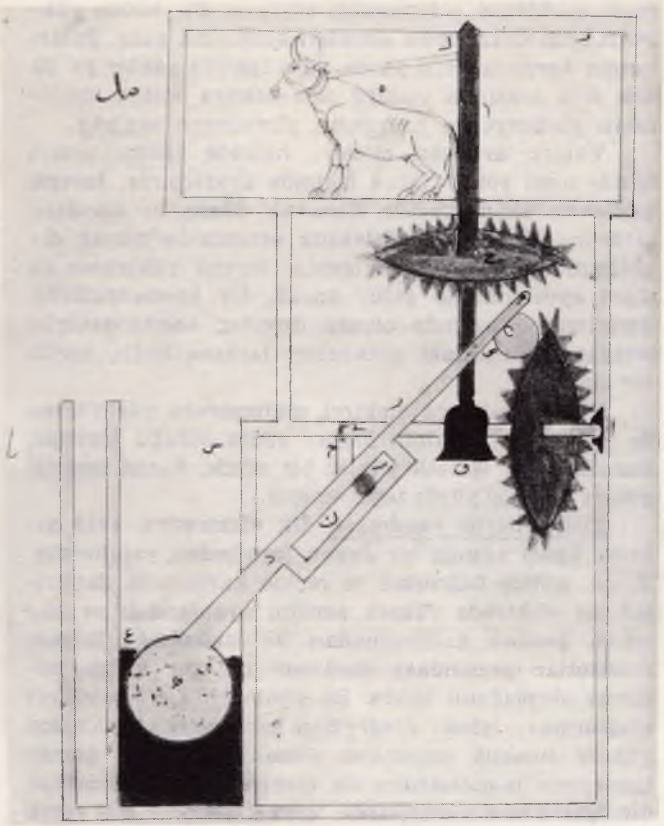
EL - CEZERÎ, İSMAİL (XII. y y.)

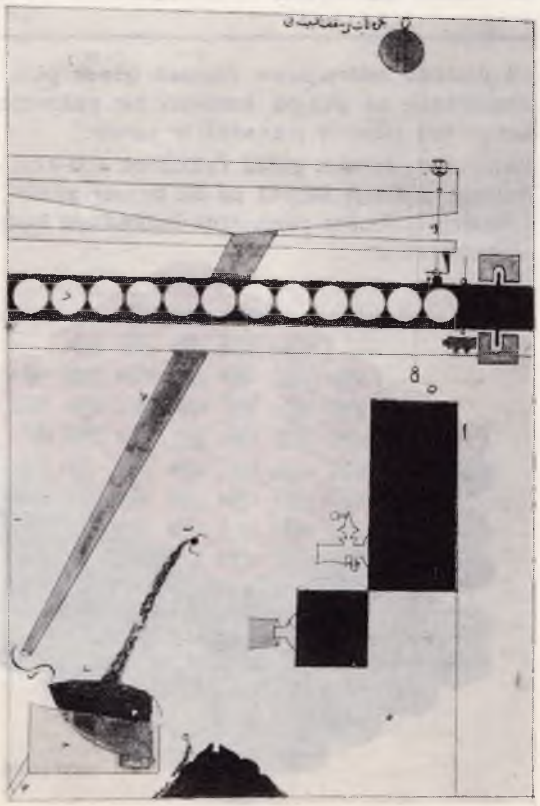
Yaşamı konusunda çok şey bilinmeyen İsmail el-Cezerî (İbn el-Rezzaz) 1181'de Kuzey Mezopotamya'daki Amid (bugünkü Diyarbakır) sultanlarının hizmetine girdi. 1206'da sultanına, *Hünerli Mekanik Aygıtlar Bilgisi Kitabı*'nı sundu. Sonraları Arapça'dan Farsça ve Türkçe'ye çevrilen bu çalışmayı, günümüzün bilginleri Ortaçağ İslâm dünyasının mekanik konusundaki aşamasının belirleyicisi olarak değerlendirmektedirler. Başka hiç bir Arap kaynağında mekanik ilkeler, böylesine geniş biçimde anlatılmaz. Ne var ki, bu kitabın da birçok eksiği vardır. Sözgelimi kitapta, USTURLAB ve TERAZİ gibi İslâm bilginlerinin ileri olduğu dallardan söz edilmemektedir. El-Cezerî, sultanın hoşuna gidecek makinaları açıklamayı yeğlemiştir. Açıklamaları, Ortaçağ İslâm mühendisliğinin, başarılarının yanı sıra, başarısızlıklarını da ortaya koyar.

El-Cezerî'nin anlattığı bazı makinalar,pratik yarar taşır. Bunlardan biri, bir mil boyunca yeralan dişlilerle çalışan bir tür tulumbadır.Tulumba,bir dizi kepçeyi sırayla hareket ettirerek su çıkarır. Kitapta yeralan bazı aygıtlarınsa, yalnızca eğlendirici değeri vardır: İçinde su varmış gibi görünmesine karşılık, suyu boşaltılamayan su kapları; içi boş gibi görünüp, su akıtan kaplar. Bu kaplarda kullanılan ilkelerden, günümüzde de bazı oyuncakların yapımında yararlanılmaktadır.El-Cezeri'nin betimlediği makinaların çoğu, bu iki aşırı örnek arasında yeralır. Hem yararlı, hem de eğlendirici olan bu aygıtlara, çeşme ve su saati tasarıları örnek gösterilebilir.

El-Cezeri'nin saatlerinin çalışma düzeneği,çoğunlukla aynı mil üstündeki bir gösterge ile üstünden, ucuna ağırlık asılı bir kayış geçen bir kasnak biçimindedir. Ağırlığın düşüş hızı, yüzen bir cisimle denetlenir. Yüzen cisim, kayışın öteki ucuna tutturulur ve içinde bulunduğu kap yavaşça boşaltılır. Bazı durumlarda da, devrilebilen bir kova, otomatik olarak dolmakta ve devrilince bir mandalı iterek, dişlinin bir diş ilerlemesini sağlamaktadır.

El-Cezerî, çalışmalarının büyük bir bölümünü,





El Cezerî'nin Hünerli Mekanik Aygıtlar Bilgisi Kitabı'ndan *iki çizim. (solda) Çizim Tekniği, çağdaş okuyucunun anlatılanı kavramasını oldukça güçleştirmektedir. Üstteki resimde, öküz gücüyle çalışan bir su çıkarma makinası vardır: Burada mekanik bağlantı, tam olarak gösterilmiyor, ama düşey mil, kepçenin inip çıkmasını sağlayacak biçimde döner. Alttaki resim, su düzeyindeki değişmelerle alçalıp yükselen kaplarla düzenlenen bir su saatidir. Bu kaplar, 12 çemberli göstergeyi hareket ettiren makaralara takılı kordonlara bağlanmıştır.*

zaman aralıklarını değişik biçimlerde belirlemeye yöneltmiştir. Bir örnekte saatler, davul, zil ya da trompet çalan insan maketlerinden oluşan bir orkestrayla belirtilir. Aynı çağdaki Avrupa saatleri, böylesine ayrıntılı ve ince işçilikli değildi.

El-Cezerî tarafından uyarlanan mekanik ilkelerin çoğu, oldukça eskidir. Makinaları dişliler, mandallar, kamlar palangalar ve kaldıraçlardan oluşuyordu. Krank milini belki o bulmamıştır, ama ilk kullananlardan biridir.

El-Cezerî'nin makinalarının çoğu, suyla çalışır. Bu bakımdan el-Cezerî, su mühendisi sayılır. Su kıtlığı çekilen bir yörede yaşadığı düşünülürse, bu, oldukça şaşırtıcıdır.

Çevre etmenleri el-Cezerî ve arkadaşlarını etkilememiştir. Yararlı makinalar yapmaktan çok, eğlendirmeye yönelik aygıtlar üretme eğilimi, İskenderiye'li HERON gibi eski Yunan mühendislerinin bazılarında da görülür. Oldukça bilgili olan İslâm yöneticileri, yanlarındaki mühendislerden *Binbir Gece Masalları* gibi Arap edebiyatı yapıtlarında sözü edilen araçları yapmalarını istemişlerdir. Bu nedenle, gününün toplumsal yapısı içinde el-Cezerî'nin bu yolu izlemek zorunda kaldığı, oysa, başka koşullarda olsaydı çok daha büyük bir ün kazanabileceği söylenebilir.

ELEKTRET

Elektret, ELEKTROSTATİK yükü yıllarca koruyup saklayabilen yalıtkan bir maddedir (ya da dielektrik). Bu yönden, sürekli mıknatısın bir tür elektrostatik karşılığı sayılabilir. Mıknatıs nasıl sürekli magnetik alan yaratırsa, elektret de, sürekli bir elektrik alan kaynağıdır. Elektretler bir yüzü artı, öteki yüzü eksi yüklü levha ya da tabaka biçiminde yapılır.

Hem mıknatıslar, hem de elektretler, ısıtıldıkları zaman etkilerini yitirirler. Tıpkı mıknatısların, kuzey ile güney kutupları, bir parça demirle «kısa devre» edildiği zaman mıknatıslık özelliklerini daha uzun korumaları gibi, elektretler de, iki yüzey, birbirine bağlı iki metal elektrot arasında «kısa devre» edildiği zaman yüklerini daha uzun korurlar.

Elektriksel polarlanma: Bir elektret oluştuğu za-

man, maddenin polarlandığı söylenir. Bu, bütün yüklerin aynı doğrultuyu almaları anlamına gelir. Polarlanma *karşıt işaretli* ya da *aynı işaretli yükler* ya da her ikisi arasında olabilir. Söz konusu özellik, kullanılan maddeye ve hazırlama yöntemine bağlıdır.

Yükler, artı-eksi çiftler halinde dizilip, ortam içinde aynı yönü alacak biçimde ayarlanırsa, *karışık yüklenme*'den söz edilir. Buradaki düzen, bir kondansatörün (Bk. SIĞA) dielektrik ortamında oluşan dipollerin aynıdır. Bu bağlamda, karışık yüklenme ile dipol aynı anlama gelir. Ancak, bir kondansatörün dielektrik ortamında oluşan dipoller, kondansatörün levhaları arasındaki potansiyel farkına bağlı, geçici bir olaydır.

Yükler yalnızca elektret malzemenin yüzeylerinde toplanırsa, ortamın *benzer yüklü* olduğu söylenir. Burada, aynı işaretli yükler bir yüzde, karşıt işaretli yükler de öteki yüzde toplanmıştır.

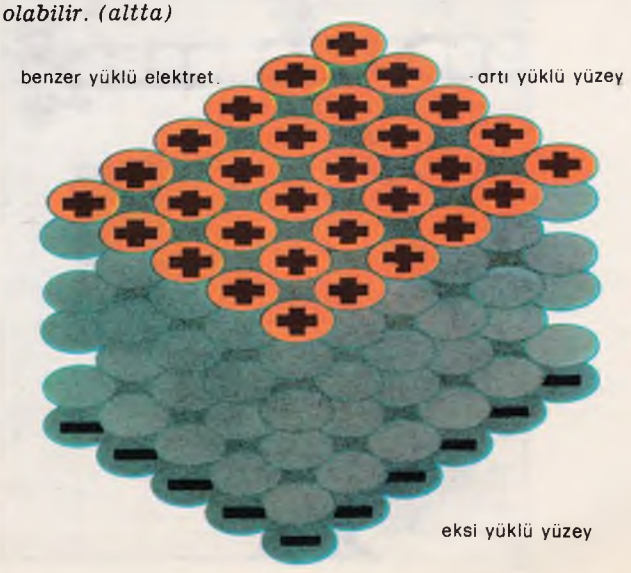
Elektretlerin yapılması: İlk elektretler, 1919 yılında Eguçi adında bir Japon tarafından yapılmıştır. Eguçi, erimiş balmumu ve reçine karışımına daldırılan iki elektroda yüksek gerilim uygulandığı ve karışım, gerilim kaldırılmadan katılaştırıldığı zaman, elektrotlar arasındaki maddede bir tür kalıcı polarma oluştuğunu buldu. Bu yönteme, «*termoelektret* oluşturma» işlemi denir. Son zamanlarda yalnızca yüksek sıcaklık gerektiren (özellikle erimeyi gerektirmeyen) maddelerden de elektret oluşturulmaktadır. Hattâ bazı durumlarda, ısıtma işlemine bile gerek kalmamaktadır.

Başlangıçta en çok kullanılan madde, «Carnauba mumu» adı verilen ve mobilya cilası ile kozmetik

---

Bu elektret mikrofonun (solda) içinde pilli, yüksek empedanslı ve yüksek kazançlı bir yükselticiye bağlanmış elektret transdüktör vardır.

Elektretler, karışık yüklü (yüklerin artı-eksi çiftler halinde dizildiği biçim) ya da benzer yüklü (yüklerin yalnızca yüzeylerde bulunduğu biçim) olabilir. (altta)



alanında kullanılan sarı, sert bir Brezilya balmumu türüydü. Bu yöntemle, pleksiglas, buz, gomalak ve antrasen gibi maddelerden elektretler oluşturulmuştur. Bundan başka, birçok katı dielektrik (yalıtkan) ortam da polarlanabilir.

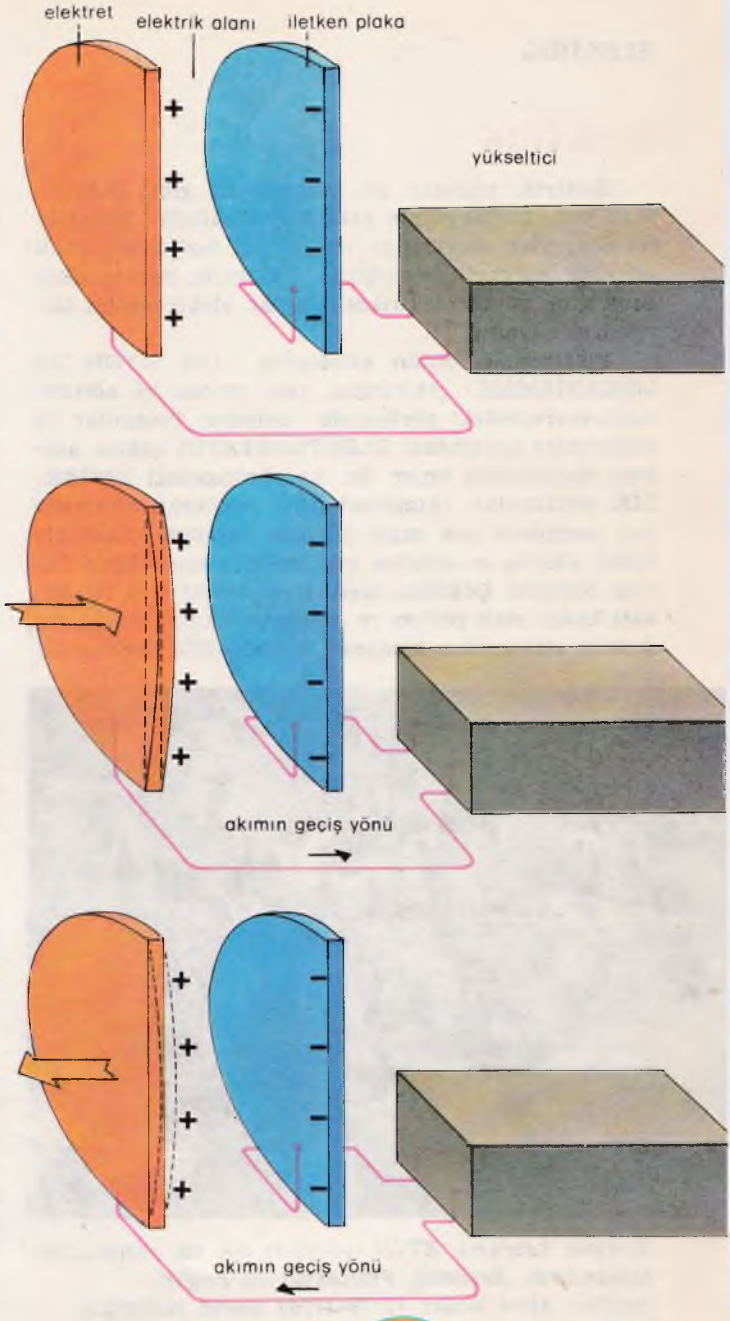
Son yıllarda çalışmalar, bazı maddelerin *elektrostatik yükleri* uzun süreler boyunca yüzeylerinde tutabilme yeteneğinden kaynaklanan, benzer yüklü elektretler üretmeye yöneldi. Ayrıca, esnek tabakalar biçiminde katışıksız polimerler üretildi. Bu polimerler, yüklerini çok uzun zaman koruyabilirler. Üstün yalıtkanlıkları ve rulo biçiminde sarılabilmeleri nedeniyle, keskin uçlu yükleme ya da elektron ışınıyla yükleme gibi, yalın sürekli yükleme yöntemleri uygulanabilir. Bu tür elektretler birçok polimer tabakadan yapılır: Polietilen; polipropilen; polistiren; polikarbonat; florokarbon (teflon dahil); vb.

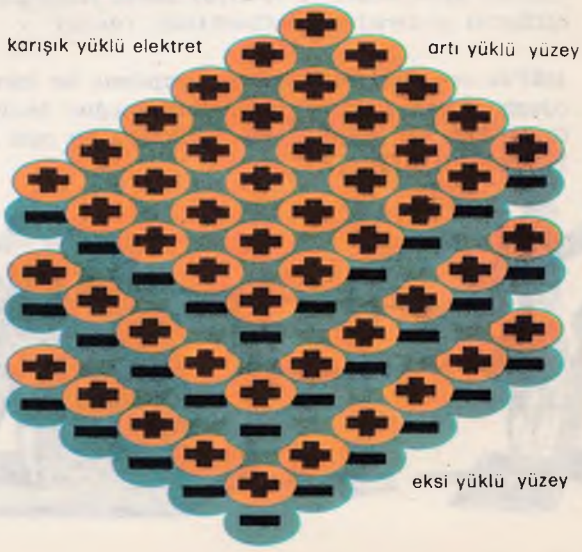
Kullanım alanları: Balmumu termoelektretlerin ilk kullanım alanlarından biri, İkinci Dünya savaşında Japonların yaptığı sahra telefonlarının MİKROFON'ları oldu. Aynı yıllarda bunları, İngiltere ve A. B.D'nde mikrofonlara, hoparlörlere, elektrometrelere ve voltmetrelere uygulama çalışmaları yapılmaktaydı.

Uygun polimer tabakaların gelişmesiyle, elektretleri mikrofonlarda kullanma konusu, 1960'larda yeniden güncellik kazandı. Polimer tabaka, dışardan polarıcı bir gerilim kaynağına gerek göstermeksizin, kondansatörlü mikrofonların hareketli diyaframının yerini alabiliyordu. Bu mikrofonlar, birçok bakımdan öteki tiplerden üstündür: Frekans bantları geniş ve düzgündür; paraziti azdır; sarsıntı ve gürültülere karşı duyarsızdır; ucuzdur; hafif ve son derece küçük yapılabilir (çapları ve kalınlıkları 0,5 cm'den az).

Sesötesi alıcılarından (10^8Hz'e kadar), sismik buluculardа (Apollo projesinde 10^{-3} Hz'e kadar), aradaki bütün frekansları kapsayacak biçimde pikaplarda, işitme aygıtlarında ve kulaklıklarda, başka türden elektret tabakalardan oluşan TRANSDÜKTÖR'ler kullanılır. Bir başka uygulama alanı da, elektronik hesap makinaları ile telefonların tuşlarıdır. Yalnızca Japonya'da her yıl 10 000 000 elektret dönüştürücü üretildiği sanılmaktadır.

Elektret transdüktörler: Bütün elektret transdüktörler, bükülebilir bir elektret diyaframın bir yüzüne, çok ince metal bir tabaka kaplanarak yapılır. Kaplanmamış yüzeyin karşısında, bu yüzeye değmeyen bir metal plaka vardır. Metal tabaka ile plakaya bağlanmış olan kablolar, yüksek kazançlı bir YÜKSELTİCİ'nin girişine gider. Diyafram hareket ettiği zaman, metal levhada indüklenen yük değişir ve böylece, yükselticinin giriş devresinden akım geçer. Bu akım, yükselticinin giriş uçları arasında bir gerilim oluşturur.



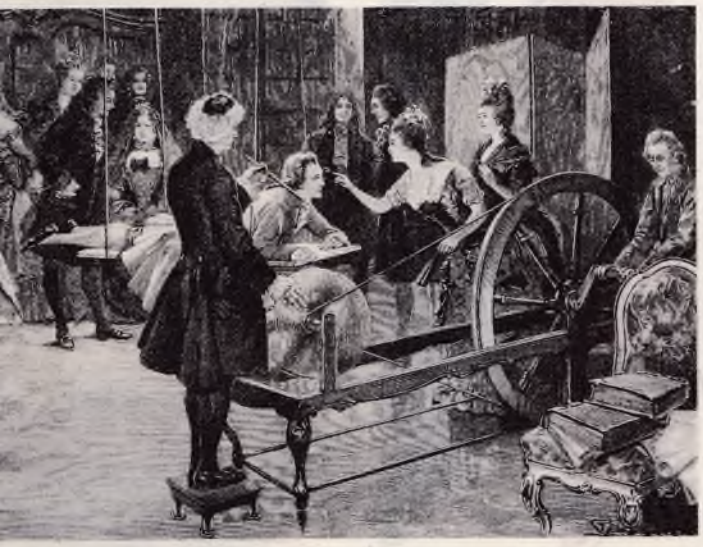


Bir mikrofon ve yükseltici devresinde, elektret ile metal işaret plakası, resimde görüldüğü gibi bağlanır. (sağda) Elektret, işaret plakasına doğru hareket ederse, yükselticinin giriş devresinden akım geçer ve bir gerilim oluşur.

ELEKTRİK

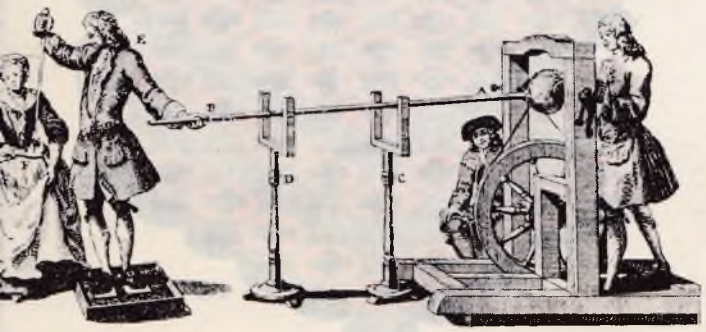
Elektrik, adından da anlaşılacağı gibi, ELEKTRON'ların özellikleriyle yakından ilişkilidir. Elektriksel bakımdan elektronun en önemli özellikleri, yükü ve hızlı hareket yeteneğidir. Elektrik devresindeki akım gibi, bütün elektriksel olaylar, elektronların hareketine dayanır.

Elektronlar, bütün atomlarda (Bk. ATOM VE MEKANİZMASI) çekirdeğin, yani proton ve nötronların çevresindeki yörüngede bulunur. Protonlar ile elektronlar arasındaki ELEKTROSTATİK çekim, atomun dağılmasını önler. En dış yörüngedeki DEĞERLİK elektronları (kimyasal BAĞ oluşturan elektronlar) çekirdeğe çok zayıf biçimde bağlıdır. Özellikle bakır, gümüş ve sodyum gibi metal elementlerde durum böyledir. Çekimin zayıflığına, elektronun iki bin katı kadar olan proton ve nötronun ağırlığı eklenince, dıştaki elektronlar kolayca koparılabilir hale gelir.



Elektrik kavramı, XVIII. yüzyılda sık sık gösterilerde kullanılırdı. Resimde, Fransa'da du Fay'ın çağdaşı Abbé Nollet (1700-1770) statik elektriğin etkilerini gösterirken görülmektedir. (üstte)

1660'da von Guericke,kükürtten yapılmış bir kürenin, oğuşturularak elektrik yüklenebileneceğini buldu. G. M. Bose'nin yaptığı bu makinada bir cam küre kullanılmıştır. (altta)



Elektronlar bütün atomlarda bulunduğundan, elektrik de doğada değişik biçimlerde bulunur. Fotoelektrik (ışığın etkisiyle elektronların atom düzeylerini değiştirmesi) ve elektrokimya (Bk. ELEKTROLİZ), elektron özelliklerinin ortaya çıkardığı olaylara örnek gösterilebilecek iki alandır.

Akım: Bir elementin ya da bileşiğin, atomları ya da molekülleri, bir araya geldiklerinde, BİLLUR kafesi denen belirli bir biçim alırlar. Billur kafesin türü, elektronların hareket yeteneği ve atomun kendi özellikleri, elementin ya da bileşiğin elektriksel özelliklerini etkiler. Sözgelimi DİRENÇ, kafesteki atomlara göre ters yönde hareket eden elektronların tükettiği enerji niceliğinin bir ölçüsüdür. Tüketilen enerji, genellikle ısı olarak ortaya çıkar. KONDANSATÖR yapımında, yalıtkanların düşük elektron hareketinden yararlanılır: İki plakadan birinde yük fazlalığı, ikincisinde yük azlığı yaratılır. Yükteki bu dengesizlik, ufak bir elektrik akımıyla dengelenebilir.

Metal elementlerin kafesleri, dış yörünge elektronlarına yüksek derecede serbestlik sağlar. Bu nedenle söz konusu elementler iyi iletkenlerdir. Öte yandan, yalıtkanlar, atomlarının ve kafeslerinin dış yörünge elektronlarına sağladığı sınırlı hareketlilikle nitelenir (Bk. İLETİM, ELEKTRİKSEL).

Billur kafesin önemi, arı karbonun iki billur yapısı ya da allotropunda ortaya çıkan durumla çok iyi açıklanabilir: Grafit halindeyken iyi bir iletken olan karbon, elmas halinde kötü bir iletkendir. İki kafesi de yapan atomlar aynıdır; ama kafes yapısı yüzünden, elektron hareketleri bütünüyle farklıdır.

Elektronlar, katı iletkenler boyunca rasgele ilerler ve bir *amper*lik (Fransız fizikçisi A. M. AMPÈRE'in adından) akım sağlamak için, bir saniyede altı milyon kez milyonun üstünde elektronun geçmesi gerekir. Akım nedeniyle ortaya çıkan elektriksel büyüklükler (sözgelimi ELEKTROMAGNETİK IŞINIM) yayılır; ama her elektron, saniyede ancak 2,5 cm kadar yol alır. Tuz (NaCl) gibi *iyonlaşabilen bileşikler*, suda eridiklerinde, sodyum ve klor atomlarına ayrışır ve serbest İYON'lar oluştururlar. Sodyum atomunun dış yörüngesindeki tek elektronu taşıyan eksi yüklü klorür iyonu ve artı yüklü sodyum iyonu, çözelti içinden akım taşıyabilir. Burada çözeltinin (bu durumda suyun) direncini, elektronların hareketi değil, iyonların hareketi belirler.

Gerilim: Proton ile elektron arasındaki elektrostatik çekim, evrenin başlıca kuvvetlerinden biridir. Ne var ki akım, yalnızca elektronların bu sistemli hareketlerinden kaynaklanmaz. Akım, aralarında «potansiyel farkı» olan iki nokta arasında oluşur. İki nokta arasındaki potansiyel farkı (voltla belirtilir), bir elektronun hareketiyle kazandığı enerjinin ölçüsüdür. Hareketle enerji artar ve enerji düzeyleri aracılığıyla elektron, atomu doldurabilir.

Atom ve KUVANTUM kuramlarına bağlı olan elektrik kuramı, XX.yüzyılda geliştirilmiş, ama elektrik, bilimsel araştırmadan ve kavramın bütünüyle anlaşılmasından çok daha önce kullanılmaya başlan-

mıştır. Bu duruma, bilimin çeşitli alanlarında raslanır. Bazı doğa yasaları, açıklığa kavuşmadan önce kullanıma geçirilmiştir.

Sürtünmeyle elektriklenme: Elektrik konusunda ilk çalışmalar İ.Ö. VI. yüzyılda başladı. Miletoslu Thales (İ.Ö. 624-548), bazı maddelerin, oğuşturulunca küçük nesneleri bir süre için çekebildiğini gözlemledi. Söz konusu olaya birçok kişi tanık olmuştur: Sözgelimi, naylon bir tarakla taranan saçın dikleşmesi; ipek, yün ya da pamuklu kumaşa sürtülen dolmakalemin küçük kağıt parçalarını çekmesi. Buna, «sürtünmeyle elektriklenme» denir ve maddenin elektriksel özelliklerinin temel sonuçlarından biridir.

Bir cismin sürtünmeyle elektriklenmesi, uygulanan sürtünme kuvvetine bağlıdır. Bazı atomlar bu biçimde, dış elektronlarını vererek ya da başka atomlardan elektron alarak iyonlaşır.

İyonlaştırmada kullanılan kumaş da, ters yükle yüklenir ve kısa bir süre için hafif cisimleri tutar. Ancak, iyonlaşan cisim, havadaki nem nedeniyle ya da elle dokunma sonucu topraklanınca, artı ve eksi yükler dengelenir.

Magnetizma ve kutuplanma: «Elektron» sözcüğü, doğal amberin Yunanca karşılığı *elektron*'dan gelir. Amber, sürtünmeyle elektriklendiği bilinen ilk maddelerdendi. Yunanlılar bu kavramı, magnezit filizi parçaları arasında gözledikleri *magnetizma* ile bağdaştırmışlardı. Hem elektrostatik çekim, hem de magnetizma, belirli bir uzaklıktan etkiyebildikleri ve hiç bir fiziksel bağ gerektirmedikleri için, aynı türden etkilermiş gibi görünüyordu. Bu nedenle, elektrik ve magnetizma konuları bir arada araştırılıyordu. 1820 yılında Oersted, bir PUSULA iğnesinin, akım taşıyan telden etkilendiğini gördü ve magnetizma ile elektrik arasındaki ilk doğru ilişki bulunmuş oldu. Yunan düşünce okullarından biri, yalın bir atom kuramı geliştirmişti (Bk. EPİKUROS); ama elektrik ile atom arasındaki ilişki XX. yüzyılın başlarına kadar çözülemedi. 1551'de Jerome Cardan, magnetik ve elektrostatik çekimler arasındaki benzerlikleri ve farkları araştırdı. Elektriğin bir çeşit akışkan gibi yorumlanmasını önerdi. Bu önerinin büsbütün yanlış olmadığı günümüzde anlaşılmıştır. Ayrıca, Cardan, elektriği gizemli bir güç olmaktan çıkardı. XVIII. ve XIX. yüzyıllarda, elektriğin akışkanlık kuramı, güncellik kazandı.

Bilgisizlik nedeniyle, elektrik deneyleri tehlikeli oluyordu. Bu baskı resimde (altta solda), George Richmann, bir deney sırasında yıldırım çarpması sonucu yerde yatarken görülmektedir.

Abbé Nollet'nin, yüksek gerilimin bitki ve hayvanlar üstündeki etkisini araştıran deneylerinden biri. (altta sağda) Elektrik zincirle iletiliyordu.

1600'de William Gilbert, sürtünmeyle elektrik deneyleri yaptı. Maddeleri, başka maddeleri çekme özelliğini kazanma derecelerine göre sınıflandırdı. Bu sınıflandırma, çağdaş «yalıtkan» ve «iletken» sınıflandırmalarıyla uyuşmaktadır.

Akışkanlık kuramı, Fransız bilgini du Fay tarafından geliştirildi. Du Fay, 1733'te elektriğin tek akışkandan oluştuğunu ileri sürdü. 1747'de Benjamin FRANKLİN'in yıldırımlı havada uçurduğu uçurtma ve ilkel bir kondansatör olan leyden şişesiyle yaptığı deney, iki çeşit akışkan olduğunu ortaya çıkardı: «Artı»; «eksi».

Bu ayrım, bazı maddelerin birbirini çekmesi, bazılarının ise itmesi yüzünden yapıldı. Bu konuda elektrik ile magnetizma arasında paralellik vardır. Mıknatısın kuzey kutbu öteki kuzey kutuplarını, güney kutbu da öteki güney kutuplarını iter. Karşıt kutuplar ise birbirini çeker. Akışkanlık kuramları XIX. yüzyılda, bilimsel bilginin ilerlemesiyle ortadan kalk-

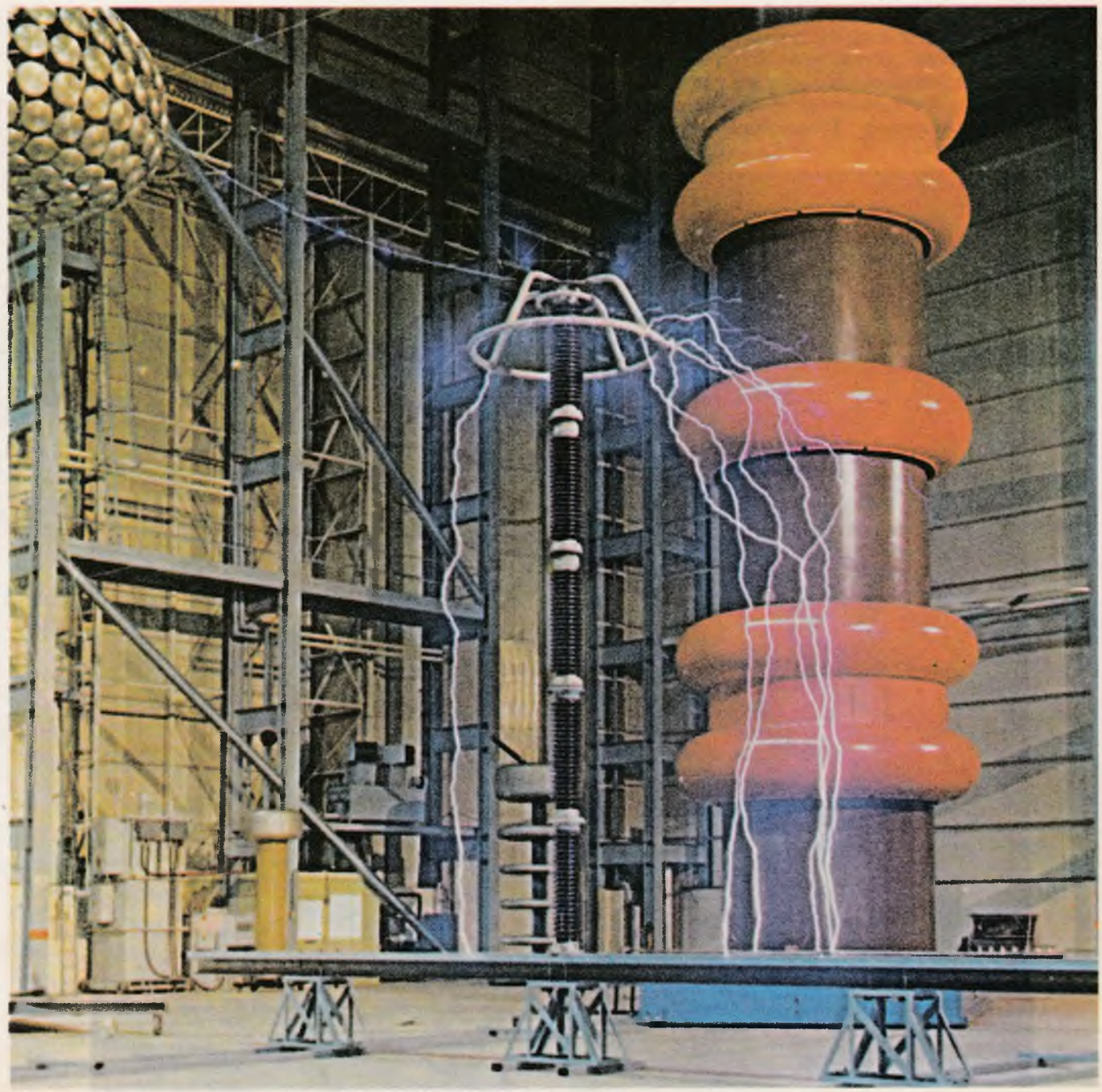
Bir perspeks levhanın yüksek enerjili elektron bombardımanından sonra yüklenmesi ve ardından topraklanması sonucu ortaya çıkan boşalım yolları.

tı. Ancak, «artı» ve «eksi» terimleri ile «benzer yükler birbirini iter, karşıt yükler birbirini çeker» kuralı geçerliliğini korumaktadır.

Coulomb yasası: Elektrik kuramının hızla geliştirilmesi, XVIII. yüzyılın ikinci yarısında başladı. 1767'de Priestley ve 1785'te COULOMB, ayrı ayrı, «Coulomb yasası» adı verilen yasayı buldular. Fizikte NEWTON'un evrensel çekim yasası ne kadar değerliyse, elektrikte de Coulomb yasası o kadar büyük önem taşır.

Coulomb yasası, iki grup yük arasındaki itme ya da çekme kuvvetini yük niceliklerine, aradaki uzaklığa ve bulundukları ortama bağlar. Kuvvet, aradaki uzaklığın karesiyle ters orantılıdır. Uzaklığı iki katına çıkarmak, kuvveti dörtte bire indirmek demektir. Elektrostatik kuvvet, aradaki uzaklığın artmasıyla hızla azaldığından, «kısa menzilli» bir kuvvettir. Coulomb ile Priestley'nin hassas deneylerine dayanan bu formül, günümüzde hâlâ, değiştirilmeden kullanılmakta-

Elektrik santrallarında ve trafo merkezlerinde kullanılan türden bir yüksek gerilim izolatörü denenirken oluşan deşarj arkı.



dır. Bundan sonra elektrik kavramı, hızla açıklık kazanmaya başladı. Bu ilerlemede, ilk kesiksiz akım kaynağı olan volta pilinin bulunması da önemli rol oynadı. Volta pili ya da sulu pil, günümüzdeki pillerin öncüsüdür. Volta pili, tıpkı çağdaş bir pilde olduğu gibi, zayıf bir asit çözeltisinin metale etkimesi ilkesine göre çalışıyordu. 1800 yılında İtalyan fizikçisi Alessandro VOLTA'nın (Volt sözcüğü de bu addan kaynaklanmaktadır) söz konusu pili geliştirmesi, elektrik alanında bir dönüm noktası oldu. Volta pilinden önce, yük depolanacak tek aygıt elektroskoplardı (elektrostatik yük depolanan aygıtlar). Ne var ki, elektroskopların akımı çok zayıf ve kısa ömürlüydü. Bu da, elektrik üstünde ayrıntılı olarak çalışılmasını engelliyordu. Ayrıca, elektroskopların amber ya da cam gibi, sürtünmeyle elektriklenmeye uğrayabilen maddeler tarafından yüklenmesi gerekiyordu.

Elektromagnetizma: Magnetizma ve elektrik arasındaki ilişkinin 1820'de Oersted tarafından raslantı sonucu bulunması, ikinci bir dönüm noktası oldu. Kısa bir süre sonra, İngiliz fizikçisi Michael FARADAY, yalnızca yükün hareketinin magnetik alanı oluşturmadığını, magnetik alanın hareketinin de yük oluşturduğunu buldu. 1831'de ise, iletken bir teldeki magnetik alanın sürekli değişmesi sonucu, devrede bir akım oluştuğu bulundu. Elektrik ile magnetizma arasındaki bu ilişkinin dayandığı ilkeye, günümüzde İNDÜKTANS adı verilir.

1851'de Faraday, elektriğin yalnızca elektron akımına dayanmadığını, elektriksel olaylarda elektrik ve magnetik «kuvvet alanları»nın etkili olduğunu bul-

Doğal elektriğin en ilgi çekici görüntüsü olan şimşek, yüklü bulutlar ile toprak arasında oluşur. Bu resim, New Mexico'da (A.B.D.) çekilmiştir. (altta)

du. 1865'te James Clerk MAXWELL, iki kuvveti de bir matematiksel kurama uygulayarak, elektromagnetizma kuramını yayınladı.

Atom kuramının hızlı gelişimi sonucu, bütün maddelerde elektronların bulunduğu gerçeğinin ortaya çıkması, fizikte elektriğin büyük önem kazanmasına yolaçtı. 1887'de Hertz, ışığın, hareket eden elektromagnetik dalgalardan oluştuğunu ve bu nedenle optiğin de elektriğin bir dalı olduğunu belirtti. 1897 yılında J. J. Thomson, elektronun varlığını somut biçimde ortaya koyunca, elektriğin gizi çözülmüş oldu.

XX. yüzyılda, atom kuramı ve elektrik kavramıyla uygulamaları çok gelişti. Büyük çapta elektrik üretimi (sözgelimi akarsulardan elektrik elde etme) ve dağıtımı, yaşam koşullarını olumlu yönde etkiledi. VALF'lar (vakum tüpleri) gibi termoiyonik vakum aygıtları ve YARIİLETKEN'ler üstünde yapılan çalışmalar, ELEKTRONİK biliminin ortaya çıkmasına yolaçtı.

ELEKTRİK AKIMI **Bk. ELEKTRİK DEVRESİ**

ELEKTRİK DAĞITIM ŞEBEKESİ

1879'da AMPUL'ün bulunmasıyla, elektrik enerjisi, temel gereksinmelerden biri oldu. Kısa süre sonra, güç ve ısı kaynağı olarak da elektrik kullanılmaya başlandı. Uygulama alanının genişliğine, temizliği ve donanım yalınlığı da eklenince, elektrik, konutlarda, endüstride ve ticarette yaygın biçimde kullanılır oldu.

Elektrik, bir enerji dönüşümü sonucu ortaya çıkar. Kömür, petrol ve nükleer tepkimelerden elde edilen ısı ya da akarsuların gizil enerjisinin harekete dönüşmesi, elektrik sağlayan kaynakları oluşturur. Elektrik, bir birincil enerji kaynağı değildir. Başka bir deyişle, ışık, ısı ve harekete çevrilmesi için bazı aygıtlar kullanmak gerekir. Ancak, uzak mesafelere kolayca taşınabilmesi nedeniyle, öteki enerji biçimlerinden üstündür.

Enerjiyi santraldan tüketiciye aktarmak için, ilk zamanlar 200 voltluk bir gerilim kullanılırdı. Günümüzdeyse, 400 kilovolta kadar gerilimler kullanılabilmektedir.

Güç yitimleri: Elektrik gücünü, kaynağından tüketiciye ulaştırmak için, iki iletkenli (bir gidiş, bir dönüş) bir devreye gerek vardır. Böylece akım, alıcıdan geçerek iş yapmış olur. Kaynağın görevi, devrede akımı sağlayabilecek gerilim yaratmaktır.

Kaynak, doğru akım gerilimi sağlıyorsa, akımın

330 kV'luk bir hava kablosunun bağlantısı. (sağda) Snowy dağındaki (Avustralya) hidroelektrik şebekesinin bir parçası. Bu santral bittiğinde, 16 güç istasyonunda 4 000 MW güç üretecektir.

gücü, yalnızca yükün direncine değil, ohm yasası uyarınca, iletkenin ve kaynağın direncine de bağlıdır. Devredeki toplam güç, gerilim ile akımın çarpımı ya da yüke verilen güç ile yitip giden gücün toplamından oluşur.

Güç yitimleri, dirençle ve akımın karesiyle doğru orantılıdır. Bir iletkenin kesitinin alanı yarıya indirilirse (yani direnci, iki katına çıkarılırsa) yitimler de iki katına çıkar. Akım, iki katına çıkarılırsa, yitimler dört katına çıkar. Güç, akım ile gerilimin çarpımına eşit olduğundan, gerilim iki katına çıkarılıp, akım yarısına indirilerek, yitimler dört kez azaltılabilir.

Alternatif akım devrelerinde gerilim, sinüs dalgası biçimindedir (Bk. ALTERNATİF AKIM VE GERİLİM). Bu akımın etkin değeri, en üst değerinin 0,707 katı kadardır. Kuramsal olarak bir alternatif akım donanımı, aynı verimlilikte bir alıcıya, aynı gücü sağlayacak bir doğru akım donanımının iki katı iletken malzemeye gerek gösterir.

Alternatif akımla ilgili başka bir özellik de, devre öğelerinin, özellikle elektrik motoru gibi tepkin yüklerin, magnetik ve elektrostatik alanlar yaratarak, çevrim boyunca enerji depo etmesi ve salmasıdır. Bunun etkisiyle, bir öğe üstündeki gerilim ile akım arasında, faz farkı ortaya çıkar. Faz farkıyla orantılı olarak da, devrenin etkin gücünü azaltan bir GÜÇ faktörü görülür.

Toplam devre gücü, yüke verilen kuvvet artı devre yitimleri olarak belirtilir:

$$\text{Toplam güç} = 0{,}707\ V_{maks} \times 0{,}707\ I_{maks} \times \text{güç faktörü}$$
$$= 0{,}5\ V_{maks} \times I_{maks} \times \text{güç faktörü.}$$

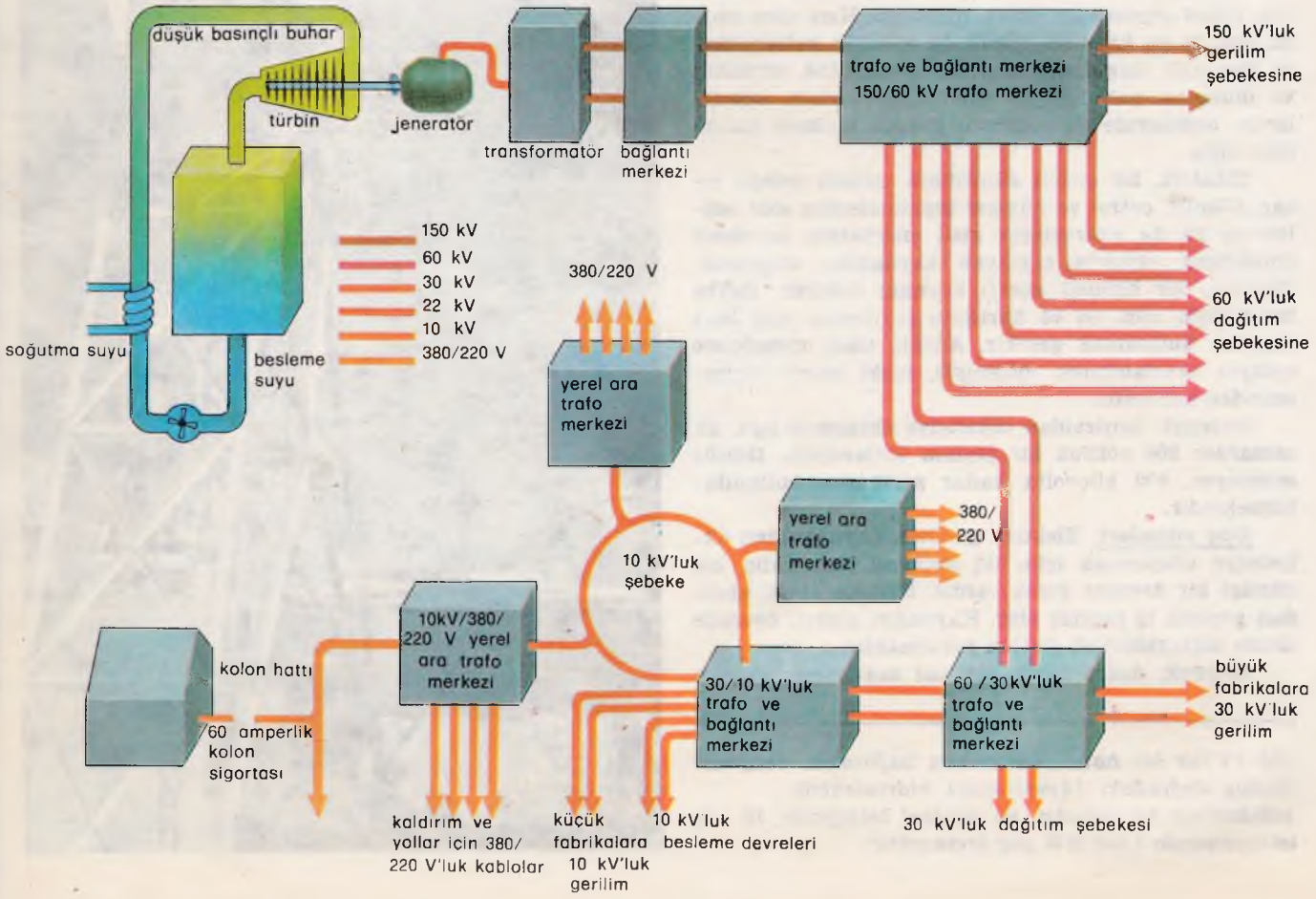
Burada V_{maks} ve I_{maks} en üst gerilim ve akım değerleridir. Bu eşitlik, alternatif akımın bir bölümünün, devrede hiç bir iş yapmadığını gösterir.

Şebeke kablosunun iletkenleri, hem birbirlerinden, hem de çevrelerinden yalıtılmalıdır. Bu yalıtım, olağandışı koşullarda, en üst gerilimi aşacak gerilimlere de dayanabilmelidir. Uygulamada sistem, kaynağın yansız (nötr) noktasındaki toprağa bağlanır. Böylece, yalıtımda ekonomi sağlanmış olur.

Alternatif akım sistemleri: Dünyadaki standart alternatif akım sistemleri, 3 fazlı (trifaze) ve üç telli ya da 3 fazlı ve 4 tellidir. 3 telli sistem, yüksek gerilim için kullanılır. 4 telli ise, hem üç fazın, hem de tek fazın kullanıldığı alçak gerilimin dağıtımında kullanılır.

Alternatif akım sistemlerinin en iyi yanı, gerilimin transformatörler aracılığıyla değiştirilebilmesidir. Bu, doğru akımda yapılamaz. Alternatif akımın değiştirilebilmesi, dağıtım şebekelerine yüksek gerilim verilebilmesini sağlar. Ayrıca transformatörler, kullanım ucunda da, gerilimin, güvenlik açısından istenilen şebeke gerilimlerine indirilmesine yarar.

Bazı koşullarda alternatif akımın elektrostatik ve



magnetik etkilerinin yaratacağı kısıtlamalardan kurtulmak için, yüksek gerilimli doğru akım kullanılır.

Dağıtım: Gerilim ülkelere göre değişebilir, ama dağıtımın ilkeleri her yerde aşağı yukarı aynıdır. Bir çağdaş dağıtım şebekesi şu biçimde yapılır:

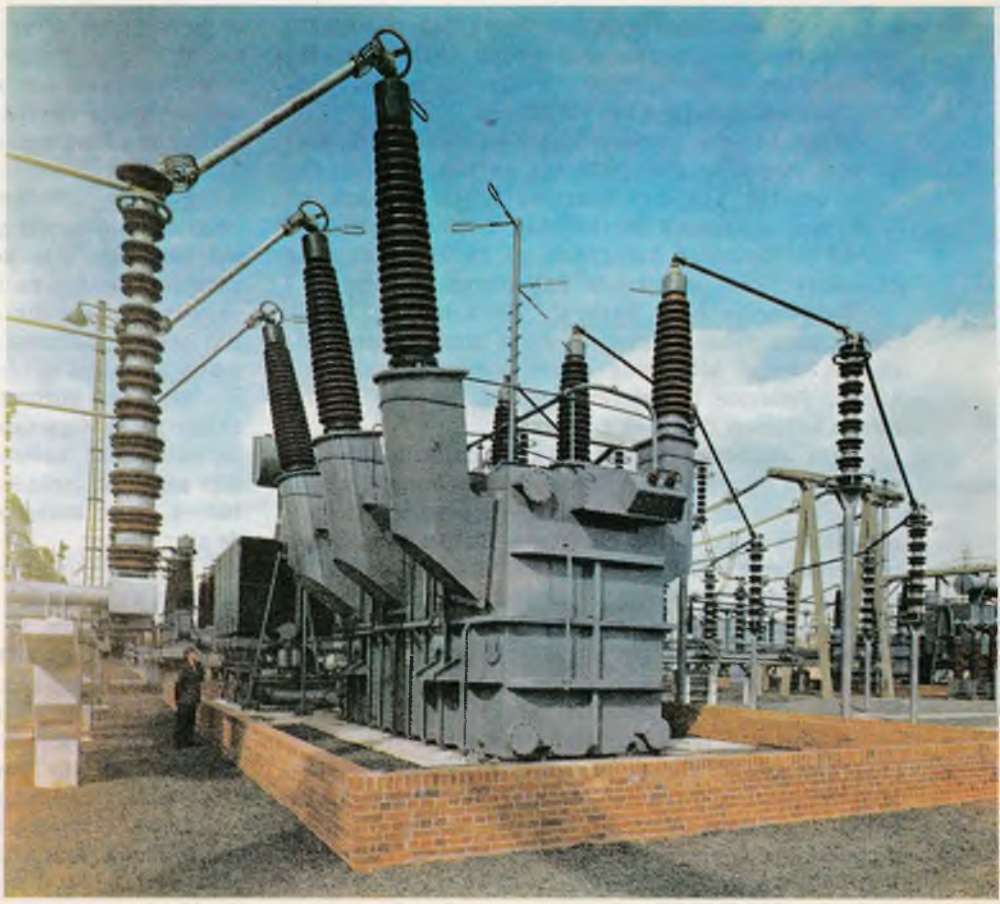
Jeneratör sistemleri, 22 kV'ta elektrik üretir ve santrallarda 2 000 MW ya da daha yüksek güçlerde gruplar oluşturulur. Bu gerilim, uzaklara güç iletimi için ekonomik değildir. Bu nedenle, gerilim, her üretece bağlı transformatörlerle daha yüksek gerilimlere (sözgelimi 150 kV'a) çıkarılır. Transformatörler, yüksek gerilim devre kesenleriyle (Bk. SİGORTALAR VE DEVRE KESENLER) dağıtım merkezlerine bağlanır. Bu merkezlerden çıkan kablolar, yer altından ve havadan yüksek gerilim ağını oluşturur.

Genellikle, elektrik santralları fazla güç gereksinimi bulunan yerlerden uzak bölgelerde kurulduğundan, söz konusu yerlere elektrik, yüksek gerilim hatlarıyla iletilir. Gereksinim bölgelerindeki ara merkezler, gerilimi düşürür (3-30 kV'a). Orta gerilim de, orta gerilim şebekesine verilir.

Ara merkez, birden çok kenti besleyecekse, elektrik, havadan giden kablolarla küçük ve orta kentlere ulaştırılır.

Güç, 10-30 kV arasındaki, gerilimlerde dağıtım şebekesiyle istenilen bölgeye ulaştırıldıktan sonra, ko-

Bir mühendisin, 400 kV'luk hatta çalışacak olan işçinin giysisini denetlemesi. (sağda üstte) Hatta bulunan herhangi bir kaçak, giysiden geçerek işçiyi etkilemeyecektir. Bakım ve küçük onarım işlerinde elektrik kesilmez.



Büyük bir şebeke ara trafo merkezinde 750 MVA, 400/275 KV'luk üç fazlı transformatör. (sağda altta)

Gücün, bir elektrik santralından tüketiciye ulaşıncaya kadar geçtiği yolları gösteren yalın bir çizim. (solda) Her gerilim düzeyinde, en geçerli gerilim değerleri kullanılmıştır. Üreteçlerde 22 kV olarak üretilen gerilim, ulusal dağıtım şebekesinde 150 kV'a çıkarılır. Daha sonra, bir dizi trafo merkezinde, 30 kV, 10 kV gibi gerilimlere ve en son olarak da 380 / 220 V 380 V fazlararası ve 220 V faz toprak arası değerine indirilir.

10 kV'luk bir hatta çalışma. (solda) Hat çalışmaları için akımın kesilmemesi, tüketicinin bu çalışmalardan zarar görmemesini sağlar. Bozuk direklerin değiştirilmesi gibi önemli bir işlem bile, elektrik kesilmeden yapılabilir. Üç kanallı, yağ dolgulu bir kablonun alüminyum iletkeninin kaynakla eklenmesi. (sağda) Yanda, tamamlanmamış bir ek yeri görülmektedir. Severn ırmağı (İngiltere) yatağının 12 metre altındaki tünelde 400 kV'luk kablo şebekesi. (karşı sayfada) 400 kV İngiltere'de kullanılan en yüksek AC gerilimidir. Bazı ülkelerde çok daha yüksek gerilimler kullanılır.

nutlarda kullanılması için tek fazda 110 ya da 220 volta düşürülür. Fabrika gibi büyük tüketiciler, ara gerilimlerden birine bağlanır. Gerekli güç miktarı arttıkça, bağlandıkları gerilim yükseltilir.

Bütün yüklere, tek devreden elektrik vermek, olanaklıdır. Konutlar genellikle, tek hattan beslenir. Bununla birlikte, yükün miktarı ve önemi arttıkça, en az iki hat kullanmak gerekli olur. Böylece, hatlardan birinde bir bozukluk olduğunda ya da bakım sırasında, tüketicilerin elektriksiz kalmaması sağlanır.

Kablolar ve hava hatları: Hava hatları, yeraltı hatlarından daha ucuzdur ve daha kolay döşenir. Bu yüzden, kırsal bölgelerde hava kabloları kullanılır. Ancak, yerleşme bölgelerinde, pahalı ve zor da olsa yeraltı kabloları döşemek gerekir.

Orta gerilimin (30 kV ve altı) dağıtımında, hava hatları ile yeraltı hatları arasında önemli bir fiyat farkı yoktur. Bu tür hatların döşenmesi de herhangi bir teknik zorluk çıkarmaz. Bu nedenle, küçük kentlerde orta gerilim yeraltı kablolarıyla dağıtılır.

Ara trafo merkezleri: Ara trafo merkezlerinin amacı, yüksek gerilimli bir ağı, orta gerilimli bir ağa ya da orta gerilimli bir ağı düşük gerilimli bir ağa, transformatörler ve anahtarlar yardımıyla bağlamaktır.

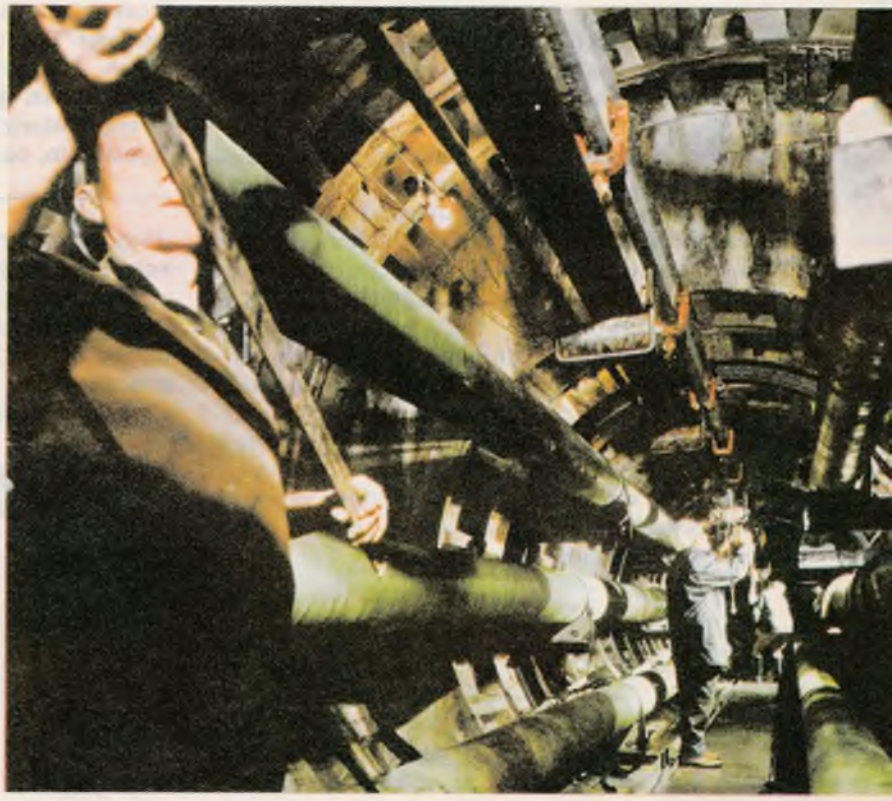
Anahtarlar, tevzi çubukları, devre kesiciler ve şalterlerden oluşur. Bir devre kesici, olağandışı yüklenmiş bir hattı ayırabilmeli ve kısa devre olan yerleri devre dışı bırakabilmelidir. Şalterler, alçak gerilim dışında, bir devreyi (ya da devrenin bir parçasını) ayırmak için kullanılan yüksüz öğeler ya da bir devre kesiciyi bir tevzi çubuğuna bağlamaya yarayan anahtarlardır. Şalter, hareketsiz kontaklı ve hareketli bıçaklı yalın bir aygıttır. Tevzi çubukları, röle istasyonlarında devreleri bağlamak için, seramik izolatörlere takılmış borular ya da bakır çubuklardan oluşur.

Koruma: Sistemler, kıyılardaki korozyon ortamı ve yıldırım düşmesi gibi doğal nedenler ya da bir vincin takılması gibi kazalar nedeniyle bozulabilir. Bir iletken, toprakla ya da başka bir iletkenle kısa devre yapabilir. Böyle bir durumda devreye verilen enerjinin hemen kesilmesi gerekir. Bu nedenle hatlara, otomatik korunma sistemleri yerleştirilir.

En yalın korunma aracı, aşırı yük altında eriyip akımı kesen sigortalardır. Sigortalar, 11 kV'luk gerilimlere kadar kullanılabilir. Devre kesicilerin döşendiği yerlerde, öteki koruyucu aygıtlar kaçak akımı bulur ve devre kesiciye sinyal gönderirler. Devre kesici de akımı keser.

Bazı durumlarda korunma sistemi, önceden belirlenen akım düzeyi geçildiğinde çalışır. Sistem, anında çalışacak gibi ya da biraz gecikmeli olarak ayarlanır. Birden çok sistemin döşendiği durumlarda, trafoya uzaktakiler çok çabuk, yakındakiler daha yavaş geçecek biçimde ayarlanır. Böylece, hattın sonundaki bir arızanın, yalnızca o bölümü devre dışı bırakması sağlanır. Bu tür düzenleme, 11 kV'a kadar olan ve tek yandan beslenen devreler için uygundur.

Daha karmaşık sistemler, devreye giren ve çıkan akımı ölçüp, arada fark varsa harekete geçerler. Böylece, sağlam bir devreden hatalı bir devreye akan ha-



talı akım, sağlam devrenin kesilmesini gerektirmez.

Başka bir sistem de, hem akımı, hem de gerilimi ölçerek, arıza ile devre bölücünün arasındaki uzaklığı hesaplar. Bozukluğun ortaya çıktığı yer, sistemin koruduğu bölgenin dışındaysa, sistem hemen harekete geçmez.

Eşzamanlama: Genellikle elektrik sistemleri, frekansı 50-60 Hz olan 3 fazlı alternatif akımdır. Bu nedenle, bir üretecin üretime geçmesi için, öteki üreteçlerle uyum içinde çalışması gerekir.

Üreteçteki her fazın gerilimi, doruk noktasına, öteki üreteçlerin fazlarıyla aynı anda ulaşmalıdır. Üretecin eşzamanlaması için, hızı, gerilim dorukları uyuşuncaya kadar biraz artırılarak ya da azaltılarak ayarlanır. Devre kesici tam anında kapanır ve üreteç, sistemdeki öteki üreteçlerle eşzamanlanmış olur.

Kararlılık: Bir devrenin kararlılığı, onun olağandışı gerilim, frekans ya da eşzamanlama bozukluğuna dayanma özelliğidir. Devre boyunca iletkenlerde indüklenen magnetizma (reaktans) etkisiyle, gerilim doruklarının yerlerinde kayma olabilir. Devre boyunca verilen güç, *güç-açı kuralı* denen bir matematiksel bağıntıyla belirlenir. Gerilim dorukları arasındaki açı arttıkça, iletilen güç de artar. Açı 90°'ye erişince, güç en yüksek değere erişir, sonra azalır. Aynı bağıntı, üretecin veriminde de kullanılır. Ancak burada, rotor açısı önemlidir. Bu açı, rotorun üstünde dönen alanın kutbunun, statorda dolaşan gerilimin doruğuyla yaptığı açıdır. Buhar türbinine fazla buhar geldikçe, rotor hızlanır, açı büyür ve dolayısıyle daha çok güç oluşur. 90°'ye kadar bu durum sürer. 90°'yi geçer geçmez, birdenbire bir azalma görülür ve rotor eşzamanlılığını yitirir.

Normal bir sistemde en çok verim, 30° dolayında alınır. Bu değerden, 90°'ye varmak için, türbin gücünde % 100'lük bir artış gerekir.

Üretece yakın bir yerde arıza olduğunda, gerilim sıfıra düşerek, üretecin verimini de sıfıra düşürür (hatta yüksek bir akım bulunsa da, gerilimle aynı fazda olmadığından, bir işe yaramaz). Bu arıza sürerken, verimin sıfır olmasına karşılık, türbine sürekli buhar gücü verilir ve rotor hızlanır. Bu nedenle, arızanın hızla onarılması gerekir.

Arıza ortadan kalktığında, rotor hızı çok yüksektir. Bu yüzden üreteç, türbine verilenden daha çok güç üretmeye çalışır. Sonuç olarak rotor yavaşlamaya başlar ve güç girdi çıktısının uyuştuğu bir açıda kalır. Arızalı bir devre, kesildiğinde, sistemle üreteç arasındaki reaktans artacaktır.

Günümüzde arızaların, 120 milisaniyede (ms) düzeltilmesi olanaklıdır. Ayrıca, bu süreyi 80 ya da 40 ms'ye indirmek için çalışmalar yapılmaktadır.

Kararlılığı artırmak için buhar girişini kısan, rotor hızını artıran REGÜLATÖR gibi otomatik aygıtlar da vardır. Bu aygıtlar, arızanın giderilmesinden hemen sonra, giriş gücünü azaltıp, çıkış gücünü artırır.

Denetim: Elektrik gereksinimi, gün ve yıl boyunca değişir. Ancak, büyük ölçüde elektriğin istendiği zaman kullanılması için depolanması olanaksızdır. Bu yüzden, üretimin talebe göre ayarlanması gerekir. Küçük değişiklikler, frekans ve gerilimde küçük fark-

larla sağlanır.

Denetim merkezlerinde mühendisler birkaç saat, birkaç gün ya da hafta için tahmin yaparlar. Böylece, hangi santralın, ne zaman devreye gireceği planlanır.

Talepteki değişikliğe bağlı olarak üreteçler çalıştırılır ya da durdurulur. Hangilerinin önce, hangilerinin sonra çalıştırılacağı, santralların elektrik üretme harcamaları göz önüne alınarak belirlenir. Eski küçük santralların işletilmesi, genellikle yenilerden daha pahalı olmaktadır(Bk. ELEKTRİK SANTRALI).

Sistemin gerilimi, transformatörlerle gerilim oranını biraz değiştirerek, üreteçlerin rotor alanının kuvvetini ayarlayarak ya da kablo sistemlerindeki *şönt*lerle denetlenir. Sistem frekansı ise, türbine verilen buhar miktarıyla ayarlanır.

Tüketicilere verilen frekans ve gerilim, yasalarla denetlenir. Sözgelimi, bunlar normal değerlerinin % 1 ile % 6'sı arasında tutulmak zorundadır.

ELEKTRİK DEVRESİ

Elektrik devresi, ELEKTRON'ların akımını, yani elektrik akımını belli bir amaçla denetlemek için kurulur: Sözgelimi, ısı üretmek için elektrik ocağı devresi; ışık için lamba devresi; bir elektrik sinyalinden belli frekansları yok etmek için FİLTRE devresi.

Bir elektrik devresinin temel öğeleri DİRENÇ'ler, indüktörler (selfler), KONDANSATÖR'ler, POTANSİYOMETRE'ler ve ŞALTER'lerdir. Bunlar birbirine elektrik akımının serbestçe geçmesini sağlayan iletken tellerle bağlanır.

VALF'lar (vakum tüpleri) ve YARIİLETKEN'ler (örneğin TRANSİSTÖR'ler) gibi elektronik öğeler de elektrik devrelerine bağlanabilir: ama bu tür devrelere «ELEKTRONİK devre» denir.

Elektrik akımı: Elektron akışı, «elektrik akımı» diye adlandırılır. Birimi *amper*'dir (kısaca A ile gösterilir). Bir amper, verilen bir noktadan bir saniyede $6{,}24 \times 10^{18}$ (6 240 000 trilyon) elektronun geçmesi demektir.

Her elektron küçük bir eksi yük taşıdığından, akım, bir yük niceliği olarak da tanımlanabilir. Yük, *kulonla* (simgesi C) ölçülür. Bir amper, bir kulon/saniye olarak tanımlanır (1A=1C/san), yani bir elektronun yükü $1{,}6\ \ 201 \times 10^{-19}$ kulondur

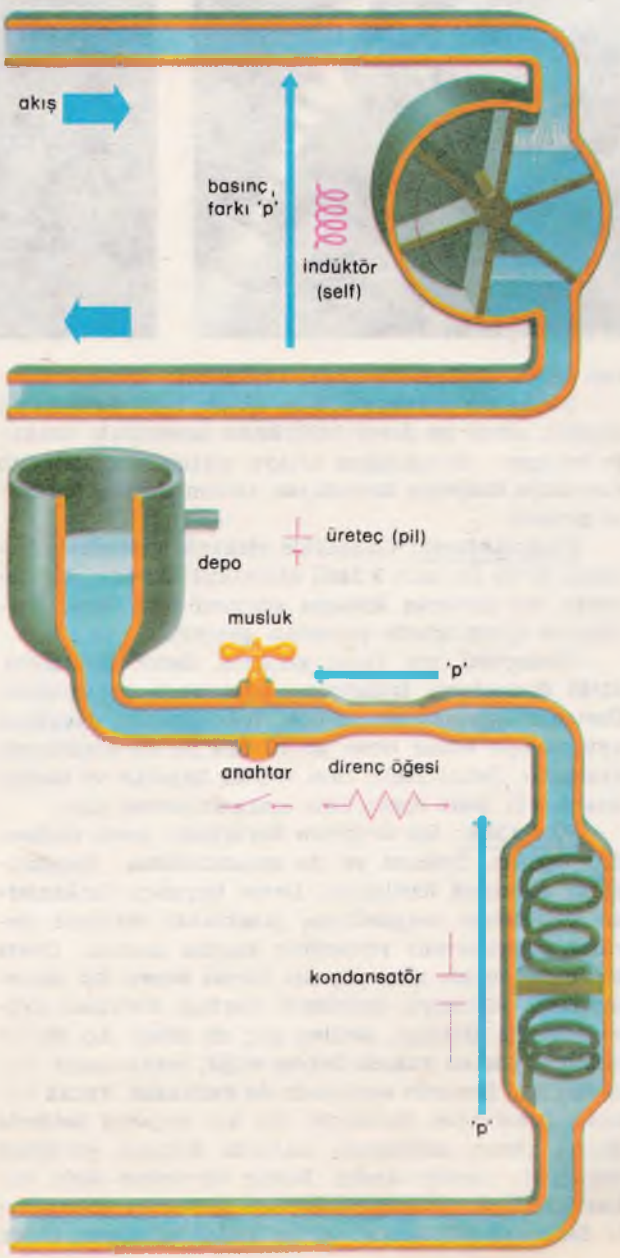
Gerilim: Elektronların hareket etmesi için akıtıcı bir güç bulunması gerekir. Bu akıtıcı güç, volt / cm ile ölçülen bir ELEKTROSTATİK *alan*'dır. Bu durumda elektronlar suya benzetilebilir: Suyun akması için bir basınç farkı bulunması gerekir. Basınç farkı, iki nokta arasındaki yükselti farkı olabilir.

Elektrik akımında «basınç» farkı, gerilimdir. Bu gerilime (voltaja) bazen «potansiyel farkı», bazen de «elektromotor kuvvet» (emk) denir.

Ohm yasası: Kuramsal olarak «ideal» bir iletken bulunsa da, gerçekte her iletkenin bir direnci vardır. Sıcaklık mutlak sıfıra yaklaştıkça, iletkenlik ideale yaklaşır. Bir iletkenin iki noktası arasında akım sağlamak için, söz konusu noktalar arasında potansiyel farkı olması gerekir. Bazı iletkenler öteki'erden çok direnç gösterirler. Başka bir deyişle, aynı akımı sağlamak için, bazı iletkenlerde daha çok potansiyel far-

---

Akan su elektriğe çok benzer. Suyun basıncı gerilime karşılıktır. Aşağıdaki su devresi bir üreteç, bir anahtar, bir direnç öğesi ve bir kondansatörün seri bağlanmasını simgelemektedir. Daralmış boru, bir direnç öğesini, piston düzeni, su depolayan bir kondansatörü, dönen çark ise, bir indüktörü (selfi) simgelemektedir.



kına gerek vardır. Direnç, iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkının akıma oranı olarak ölçülür. Georg Simon OHM, gerilimin akıma oranının değişmez olduğunu bulmuştur. Yani, gerilimi iki katına çıkarmak, akımı da iki katına çıkarmak demektir. Bu değişmez orana, iletkenin *«direnci»* denir ve *ohm* ile ölçülür. Bir ohm, 1 volt / 1 A'e eşittir.

Suyla yapılan benzetme: Direnç, bir iletkenin akıma karşı gösterdiği direnme demektir. Bir borudan akan suyla yalın bir benzetme yapılabilir. Borunun direnci, iki ucu arasındaki basınç farkından (iletkendeki gerilime karşılık) ve suyun belirli bir hızla borudan akmasından (iletkendeki akıma karşılık) doğar. Borunun bir yerde daraltılması suyun akışına karşı direnci artırır. Böylece, aynı miktar suyun akışını sağlamak için, daha çok enerji tüketilir. Suyun boru çeperlerine sürtünmesi de, çoğunlukla fark edilmediği halde bir ısı etkisi oluşturur. Elektronlar da bir direnç öğesinden geçerken ısı etkisi oluşturur. Ancak, elektronik devrelerde bu, istenmeyen bir durumdur ve dirençler, kullanılacakları akıma göre çok dikkatle seçilir. Oysa ısı etkisi, bir elektrik sobasında ya da ısıyla akkor olan ampulde çok yararlıdır. Bu yüzden dirençler, elektrik ocaklarında ısı, ampullerde ışık için kullanılır.

Elektrik pili, su deposuna benzer. İkisi de değişmez bir düşü ya da potansiyel farkıyla enerji depolar. Elektrik anahtarı ise, tıpkı bir musluğa benzer. Suyla yapılan benzetmenin kuşkusuz bir sınırı vardır; ancak, bir elektrik mühendisinin devrelerle nasıl uğraştığını kavramak için, benzetmeler daha ileri götürülebilir. Sözgelimi, alternatif gerilim şebekesi (evlerdeki elektrik şebekesi), bir su tesisatındaki alternatif su basıncına benzetilebilir.

Elektrik kondansatörü, iki paralel plaka arasındaki gerilimin depolanan yükle orantılı olacağı biçimde enerji depolar. Eşdeğer bir su sığacı ise, içinde çift taraflı yaya bağlanmış hafif bir piston bulunan bir silindirden oluşur. Silindirin iki ucundaki basınç farkı, bir yönde suyun depolanmasına (yükün depolanmasına eşdeğer) ve bu suyun yaylardaki gerilime göre basınç (gerilime eşdeğer) altında bulunmasına neden olur. Gerilim, yaylarda enerji depolar.

Elektrik indüktörü, magnetik alan biçiminde enerji depo eder. Böylece, içinden geçen akımdaki herhangi bir değişiklik sonucu, magnetik alan da değişebilir. Bu yüzden, indüktörler, doğru akımları (DC) geçirir, alternatif akımları (AC) önler. Su türbini de yalın bir su indüktörüdür. Türbinin ağızları arasındaki basınç farkı nedeniyle su, önce yavaş, sonra gittikçe hızlanarak akar. Hareket sırasında, türbin kanatlarının hareketinde enerji depo edilir. Kanatlar, aşağı yukarı hiç direnç göstermediğinden, basınçta bir düşüş olmaz. Suyun akışındaki apansız değişiklikler, dönen kanatların eylemsizliğinden ötürü direnç görürler. Bu su indüktörü, düzgün su akışını (DC) geçirir; ama alternatif su akımını önler.

Direnç ve empedans: Dirençlerde enerji depolanmaz, tüketilir. Bir devreye eklenen kondansatör ve indüktörler, gerilim ve akım arasındaki ilişkide önemli rol oynarlar. Kondansatör ve indüktörlerin reaktif bileşeni ve direnç öğelerinin etkisi birleşerek, elektrik devresinin empedansını oluşturur. Empedansın gerilim-akım ilişkileri, doğru ve alternatif akımlar için farklı olduğundan, karışık devrelerde filtre olarak kullanılır. Sözgelimi, bir direnç + kondansatörlü devre ya da direnç + indüktörlü devre kullanılarak, bir sinyalin doğru akım bölümü elenebilir.

ELEKTRİK KABLOSU

Elektrik teli ile kablosu arasında tam bir ayrım yoktur. Ancak «kablo» sözcüğü, genellikle birbirine değmeyecek biçimde yalıtılıp koruyucu bir kılıf içine yerleştirilmiş iki ya da daha çok iletken anlamına gelir. İletkenler, bakır ya da alüminyumdan yapılmış birçok telin bükülerek sarılmasından oluşur. Bu yapı, aynı akımı taşıyabilen tek bir telden çok daha fazla esneklik sağlar.

Bakır en çok kullanılan iletkendi; ama son yıllarda fiyatı arttığından, bu alanda alüminyumdan da yararlanılmaktadır. Alüminyumdan, daha kalın, ama daha hafif kablolar elde edilmektedir. Aynı dirençteki alüminyum kablonun kesiti, bakır kablonun kesitinden % 60 daha büyüktür.

Kablo yapımında alüminyumun kullanım oranı, yeni birleştirme yöntemlerinin geliştirilmesiyle büyük artış göstermiştir (Bk. ALÜMİNYUM KAYNAĞI).

Dağıtım sistemleri: Yüksek gerilimli elektrik, santrallardan, direkler arasına gerilmiş iletkenler aracılığıyla dağıtılır. Çelik çekirdekli alüminyumdan yapılan bu iletkenler yalıtılmamıştır; ama direklerden izolatörlerle ayrılmıştır. Bu dağıtım devreleri, her faz için ayrı bir iletkenden (bazen çift ya da dörtlü) oluşur ve üç fazlı ALTERNATİF AKIM taşır.

Direklerin yüksekliği ve genişliği, çevreye ve taşınan gerilime bağlıdır. Sözgelimi, İngiltere'de 132 kV

Bu makina (altta), yüksek gerilim kablolarının iletkenlerini yalıtkan kağıtla kaplamaktadır. Kağıtlar büyük bir toptan şerit halinde kesilmektedir.

taşıyan bir direk 27 metre; 400 kV taşıyan bir direk ise 50 metredir.

Kullanılan yüksek gerilimler A.B.D. için 115 kV, 138 kV, 230 kV, 345 kV ve 525 kV, İngiltere için 132 kV, 275 kV, 400 kV, Fransa için 150 kV, 225 kV ve 380 kV, Türkiye için ise, 60 kV ve 150 kV'tur.

Yüksek gerilim şebekesi trafo merkezlerine bağlıdır. Trafo merkezleri, elektriği, düşük gerilimle düşük gerilim şebekesine dağıtır. 11 kV'a kadar akım, yeraltı kablolarıyla taşınabilir.

Yalıtım: İletkenler kablonun kullanımına göre değişen çeşitli biçimlerde yalıtılır. Eskiden düşük gerilim kablolarında lastik yalıtkan kullanılırdı; ama günümüzde daha çok plastik (PVC) yalıtkan kullanılmaktadır. Bir başka gelişme de yalıtımda magnezyum oksit tozundan yararlanmaktır. Bu toz, iletkenlerin çevresine bakır bir kılıf içinde sıkıştırılır. Böylece kablo, neme, yağa ve petrole karşı direnç kazanır. Ayrıca, magnezyum oksit iyi bir ısı iletkeni olduğundan, yüksek akımı taşımayı kolaylaştırır. Bu çeşit yalıtıma, MICS (Mineral yalıtımlı bakır kılıflı) adı verilir ve özellikle yüksek sıcaklıktaki yerlerde kullanışlıdır.

Kablo, yer altından yüksek gerilim dağıtımında kullanılıyorsa, yağ emdirilmiş kağıtlarla yalıtılabilir. Çok başlıklı sargı makinalarıyla kabloya sarılan kağıt, gerilimin yüksekliğine göre ayarlanır. Yüksek gerilimlerde kat sayısının 200'ü bulduğu olur. İletkenler tek tek yalıtıldıktan sonra, toplu halde yeniden kağıtlara sarılır. Sonra kablonun çevresi alüminyum ya da kurşunla kılıflanarak nemden korunur. Ardından kablonun üstü, çelik tabaka ya da çelik tellerle kaplanır ve en üste bir PVC tabaka geçirilir.

Yağlı kablolar: Elektrik kabloları, büyük akım taşırken ısınıp genleşir; küçük akım taşırken, soğuyup kağıt kaplama ile arasında boşluk oluşturur. Bu tür zayıf noktalarda ortaya çıkabilecek kısa devreler, yalıtımı bozar ve kablonun yenilenmesini gerektirir. Genleşme sorunu yağlı kablolarla çözülmüştür. Yağlı kabloların ortasında bir sarmal kanal bulunur. Kanalda, akışkanlığı az olan yalıtkan bir yağ vardır. Yağ, kablo genleştikçe ya da büzüldükçe kablo boyunca hareket eder. Yağ kanalı, kablo başlarındaki depolara bağlanmıştır. Genleşme sırasında, yağ, bu depoya dolar, soğumadan sonra da yeniden kanala çekilir.

Bu yolla, her türlü koşulda iyi bir yalıtım sağlanır. Yağlı kablolardaki kağıt kalınlığı, yağlı kağıtla kaplı kablolardaki kağıt kalınlığının yarısı kadardır. Yağla yalıtım tekniği 30 kV ile 400 kV arasındaki kablolar için kullanılır. Özellikle günün farklı saatlerinde, değişik oranlarda yük taşıma durumundaki elektrikli tren şebekelerinde bu yöntem çok yararlıdır.

Yağlı kablolar yerine, gazlı kablolar da kullanılabilir. Gazlı kablolara, kablonun iki ucu arasındaki yükseklik farkının çok olduğu ya da yağ depolarının yerleştirilemediği durumlarda başvurulur. Gazlı kablolarda sıkıştırılmış azot kullanılır.

Borulu kablolar: Sık sık toprak çöküntüleri görülen yerlerde, kabloların mekanik dayanıklılığı çok önemlidir. Bu koşullarda kablo, zift ve cam elyafıyla kaplı çelik borular içinde korunur. Aşınma tehlikesi yüksek olan yerlerde kablo, ayrıca plastik kılıf içine alınır. Söz konusu kabloların azotla doldurulması ise, yüksek sıcaklıkla genleşme gibi koşullarda bile, yalıtımın bozulmamasını sağlar.

Kablo döşeme: Elektrik kabloları çukurlara gömülebilir, borular içine çekilebilir ya da beton kanallara yerleştirilebilir.

Kabloların çoğu, çukurlara gömülmüştür. Yüksek gerilim kabloları (30 kV ve yukarısı) için çukur genişliği 75 cm, derinliği de 90 cm'dir. Birkaç kablo devresi bir aradaysa, daha geniş çukurlar kullanılır.

Kablo, ana yolu keserse, ana yolun altını kazmak zor olduğundan, önce borular yerleştirilir ve onların içinden kablolar çekilir.

A.B.D 'nde genellikle çok kanallı künk sistemi kullanılır. A.B.D. kentlerinde künkler grup halinde yapılır ve hat üstünde bağlantı yapabilmek için insanların girebileceği bağlantı odaları bulunur. Künkün içinde, kablonun çevresindeki hava, ısı yalıtımı sağladığından, künk içine döşenmiş kablolar, toprağa gömülü kablolardan daha düşük akım taşıyabilirler.

Beton oluklar, demiryolları ya da elektrik ara istasyonları gibi yerlerde kullanılır. Buralarda yer kısıtlı olduğundan, derin bir çukur açmak olanaksızdır. Kablo, bir çukura gömüldüğünde, sıcaklığın toprak yoluyla dışarı verilmesi gerekir. Eğer bu sağlanmazsa, fazla ısınma ve kopma olabilir. Olukların içi, duruma göre doldurulur ya da boş bırakılır. Doldurma, ısıyı dışarı vermeye yaradığından, ana kablo hatlarında kullanılır.

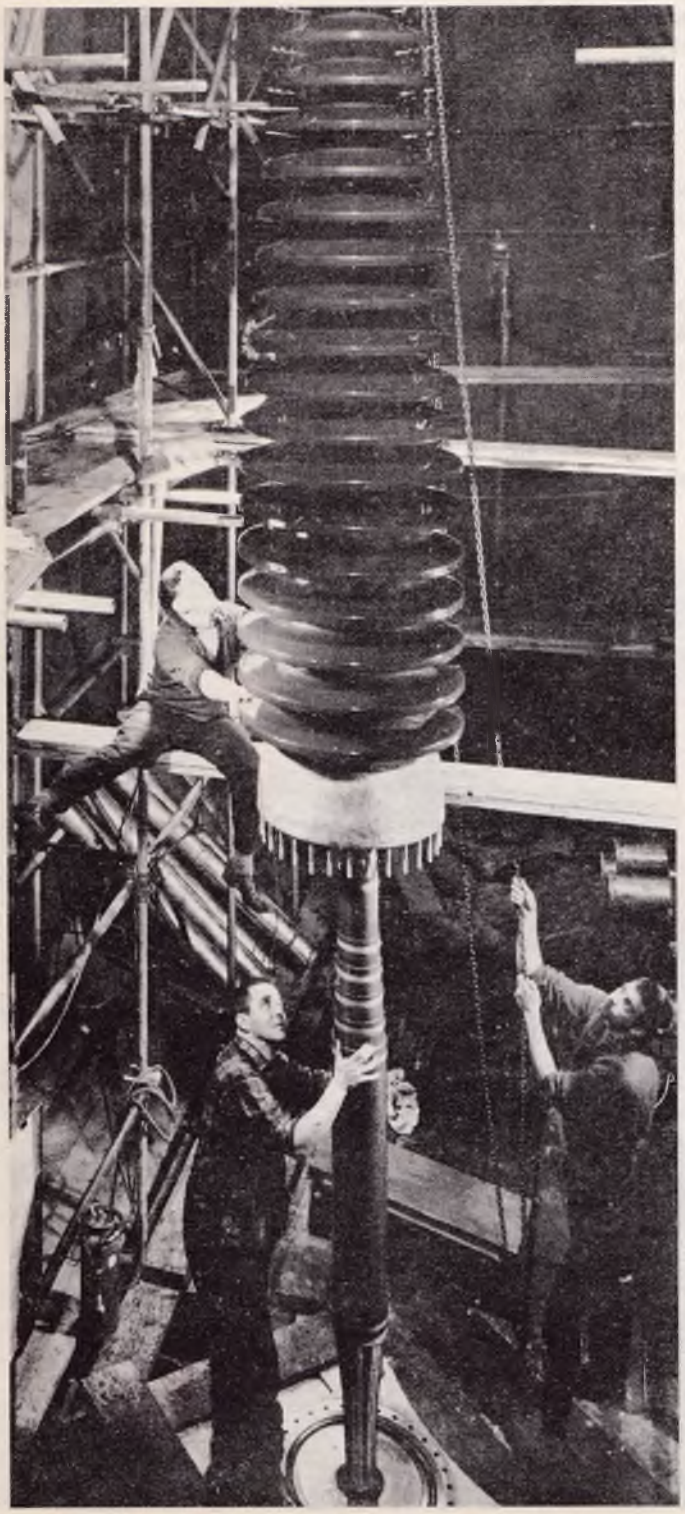
Kısa direkler arasına çekilen kablolar, ısıyı hemen havaya verdiklerinden, daha çok akım taşıyabilirler. Bu tür kablolar, demiryollarının yanlarında kullanılır.

Yapay soğutma: 1 500 amperin üstündeki akımların taşındığı kablolara yapay soğutma uygulanır. Kanalların içine, plastik su boruları döşenir. Bu boruların içinde dolaşan su, 4 km'de bir, bir soğutucuya girer. Böylece su ısıyı soğurarak, kabloların aşırı

İlk yeraltı doğru akım yüksek gerilim donanımında kullanılan, her biri 266 kV'luk yağlı yüksek gerilim kabloları. (solda) Normal bir konut kablosu (220 volt) ile iki tane 600 - 1 000 voltluk kablo. (sağda) Ortadaki kablo, dört kat plastikle (PVC) yalıtılmış alüminyum iletkendir (3 faz ve 1 toprak hattı). Dört iletken de PVC ceket, çelik tel zırh ve PVC kılıfla kaplanmıştır. Sağdaki kablo da benzer yapıdadır; ancak, çoklu bakır tellerin sarılmasıyla oluşan iletkenleri vardır. Bakır kablonun kesiti, aynı gerilim taşıma kapasitesinde olmasına karşın, alüminyum kablodan daha incedir. Bunun nedeni,alüminyumun direncinin daha yüksek olmasıdır. Bakır iletkenlerde esneklik sağlamak için birçok tel kullanılır. Alüminyumda bu gerekli değildir.

ısınmasını önler.

Suyla soğutmanın başka yolları da vardır. Sözgelimi bazı uzun tünellerde 400 kV'luk kablolar, su dolu açık beton kanallara yatırılmıştır. Bu sistem, büyük bir iletken ya da ek kablo kullanma gereksinimini ortadan kaldırır. Kabloları, basınçlı su taşıyan borular içinden geçirmek de olanaklıdır. Toprakla dolu çukurlar, nemli kalmaları için belli aralıklarla sulanır. Yağlı kablolarda, yağı soğutucudan geçirmek için bir sistem geliştirilmiştir. Ne var ki, soğutma sistemleri pahalıdır ve bu yüzden yalnızca, çok ek kablo gerektiren yüksek gerilimlerde kullanılır.



Kılıf akımlarının önlenmesi: Birkaç ayrım dışında, 132 kV'un üstündeki kablolar tek çekirdeklidir. Bir kanal içine tek çekirdekli üç kablo yerleştirildiğinde, kablolar üçgen biçiminde birleştirilir. Buna «*katı bağlantı*» denir. İletkenlerdeki akım nedeniyle, kılıflarda bir gerilim indüklenir. Bunun sonucu olarak da, kabloda ek ısı oluşur. Kılıflar birbirinden yalıtılarak ve «*çapraz bağlantı*» adı verilen biçimde bağlantı yapılarak, bu ek ısı yok edilir. A.B.D'nde geliştirilen bu sistemle, daha çok akım taşınması sağlanmıştır.

Bağlantılar: Çok kısa donanımlar dışında, elektrik kablolarına genellikle bağlantı yapmak gerekir. Yüksek gerilim kablolarının çoğunda, bağlantılararası uzaklık, 400-500 metre arasındadır; denizaltı kabloları gibi kablolarda ise bu aralık, 1 000 metreyi aşar.

Alçak gerilim şebekelerinin kablo bağlantıları yalındır ve genellikle demir kutular içine yerleştirilir. Yüksek gerilim bağlantıları ise, karmaşıktır ve yapımı oldukça zordur. Bunlar, kablonun iki-üç katı çapında bakır borularda korunur. Bakır borunun üstü ayrıca cam elyafı, beton ya da ziftle kaplanır.

Yağlı kablolarda yalnızca kabloyu geçirip yağı sızdırmayan ve yağ kanalını hidrolik bölmelere ayıran bağlantılar kullanılır. Böylece, sözgelimi yüksek bir tepenin eteklerinde ortaya çıkabilecek basınç yükselmeleri önlenmiş olur.

Kablonun uçlarına terminaller yapılması gerekir. Alçak gerilim kabloları, doğrudan bir şaltere ya da transformatöre bağlanır. Yüksek gerilim kabloları ise, «hat başlarında» bitirilir. Hat başları, dikey porselen izolatörlerdir. Porselenin içi yağ doludur. Hat başlarının bağlanması da ara bağlantılar kadar özen gerektirir. *Gerilme denetim profili* denen uç biçimini sağlamak için, kağıt yalıtkanların uygun biçimde soyulması gerekir. Gerilme denetim profili, kopmayı önleyecek koni biçimindedir.

Alarmlar: Yağlı ya da gazlı kabloda bir kaçak olursa, kablo kopmalarının önlenmesi için, bunun hemen onarılması gerekir. Bu nedenle, kablo boyunca, röleli basınç göstergeleri yerleştirilir.

Gaz ya da yağ basıncı çalışma basıncı altına düşerse, denetim merkezine bir alarm sinyali verilir ve bozulan kablo onarılmak için devreden çıkarılır.

Yüksek gerilim kablosunun hat ucu. (solda) Yüksek gerilim kabloları özel hat uçları gerektirir; çünkü, iletkenlerin bu bölümünde yalıtım olmadığından, kolayca arızalar çıkabilir.